

# INGENIERÍA DE MATERIALES

---

## Guía de Laboratorio

---



## **VISIÓN**

Al 2021 ser la mejor universidad para el Perú y el mundo en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial.

## **MISIÓN**

Somos una organización de educación superior dinámica que, a través de un ecosistema educativo estimulante, experiencial y colaborativo, formamos líderes con mentalidad emprendedora para crear impacto positivo en el Perú y en el mundo.

**Universidad Continental**

Material publicado con fines de estudio  
Código: ASUC01691



## Presentación

El material que se proporciona, es importante para complementar el desarrollo de la asignatura de ingeniería de materiales, considerando que detalla el desarrollo de cada actividad.

Ingeniería de Materiales es una asignatura obligatoria que se ubica en el cuarto periodo de las escuelas académico profesionales de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecánica y en el sexto periodo de Ingeniería Industrial. Tiene como prerrequisito haber aprobado 80 créditos en Ingeniería Industrial. Es prerrequisito de la asignatura Procesos de Manufactura 1 e Ingeniería de Materiales 2 en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica. Con esta asignatura se desarrolla en un nivel intermedio la competencia transversal Conocimientos de Ingeniería. En virtud de lo anterior, su relevancia reside en brindar al estudiante un panorama general del comportamiento de los materiales.

Esta guía está estructurada considerando las 4 unidades de estudio, encontraras cada una de las guías de trabajo de la asignatura

Los contenidos de la asignatura va considerar temas prácticos de laboratorio y de taller sobre estructura atómica y enlaces interatómicos propiedades de los materiales y su microestructura, y los cambios que esta sufre debido a variaciones en su composición química, tratamiento térmico y procesamiento. Propiedades mecánicas y la microestructura de las aleaciones metálicas; normalización y clasificación de los aceros y las fundiciones; ensayos de los materiales, aplicaciones; la cerámica, polímeros y procesos; corrosión, procesos de difusión y solidificación.

Se recomienda acompañar con la lectura de los materiales base recomendados ya que te permitirá ampliar el alcance de tu estudio consecutivamente lograr las competencias planteadas en esta asignatura.

Organiza tu tiempo con el fin de obtener buenos resultados, buscando obtener el equilibrio entre tus actividades personales y académicas

*El autor*



## Índice

VISIÓN	2
MISIÓN	2
PRESENTACIÓN	3
ÍNDICE	4
<b>Primera unidad</b>	
Seguridad en el laboratorio y taller	5
Práctica N° 1: Proceso, clasificación y selección de materiales de ingeniería	7
Práctica N° 2: Reconocimiento de materiales, equipos de laboratorio y del taller	10
Práctica N° 3: Estructura atómica, enlace químico	23
Práctica N° 4: Planos cristalográficos, redes de Bravais, estructura cristalina	27
<b>Segunda unidad</b>	
Práctica N° 5: Propiedades mecánicas, ensayo de dureza, (B-V-R)	36
Práctica N° 6: Propiedades físicas, (eléctricas, térmicas, magnéticas, ópticas)	40
Práctica N° 7: Tipos de corrosión; Corrosión y oxidación de metales	47
<b>Tercera unidad</b>	
Práctica N° 8: Proceso de tratamiento térmico (recocido y normalizado)	50
Práctica N° 09: Aleaciones y diagrama de fases	60
Práctica N° 10: Aleaciones No férricas Cu – Zn	64
Práctica N° 11: Aleaciones No férricas Al – Sn	73
<b>Cuarta unidad</b>	
Práctica N° 12: Clasificación del hierro carbono (acero)	78
Práctica N° 13: Elaboración y producción objetos cerámicos	100
Práctica N° 14 Polimeros estructurales	108
<b>Referencias bibliográficas.</b>	<b>112</b>



## SEGURIDAD EN EL LABORATORIO Y TALLER

### 1. Objetivo:

- Observar ciertas reglas para lograr que el laboratorio y taller sea un lugar seguro y eficiente.
- Fomentar el espíritu de trabajo, la observación y la responsabilidad en forma individual y grupal.
- Utilizar los equipos de seguridad desde el inicio al término de la práctica en el laboratorio y taller

### 2. Generalidades:

La implementación de un ambiente y adquisición de los equipos o módulos es competencia de la universidad

Durante el trabajo de las prácticas en el laboratorio y taller es, como en la mayoría de las otras secciones es un trabajo de grupo. La actitud ante las practicas seguras de cada uno de los integrantes del equipo, determinan su propia seguridad, así como la de sus compañeros y la de la colectividad del Laboratorio, taller

Contar con el ambiente de seguridad y señalizaciones en todas las áreas que estarán debidamente marcadas con la señal de riesgo en el taller

El acceso al taller estará permitido solo personal autorizado y docente cuando realice la práctica que corresponda

El taller debe permanecer limpio y ordenado.

El estudiante contará con la ropa protectora, fácilmente ajustable y confortable, así como guantes, gafas, chaleco, casco zapatos de seguridad etc. debe estar disponible en todo momento. La ropa protectora de las áreas de fundición

#### **En el laboratorio de química:**

El laboratorio de Química es una excelente oportunidad para que el estudiante aprenda a relacionar los temas vistos en la teoría con sus propias observaciones experimentales, con una visión analítica y crítica. Por esta razón, debe considerarse como un trabajo serio y responsable.

Al ingresar al laboratorio, se espera que el estudiante haya leído con suficiente anticipación el tema de la práctica correspondiente; para ello se publicará y se entregara oportunamente el programa con el cronograma preparado para el semestre.

#### **USAR GUARDAPOLVO, MASCARILLA, LENTES GORRO**

De esta manera se protege de las salpicaduras de sustancias químicas o soluciones.

Evitar venir al laboratorio con ropa o prendas finas



## PERSONA EQUIPADA PARA SU SEGURIDAD



Se admite solo al personal autorizado

Identificación de Seguridad: .....

Investigador Responsable: .....

En caso de Emergencia llamar:

Teléfono Diario: .....Teléfono de Casa: .....

Para el ingreso debe obtener una autorización del investigador responsable



## Primera unidad

### GUIA DE TRABAJO 1

#### TEMA 1

### Proceso, clasificación y selección de materiales de ingeniería

#### PROPOSITO:

Distinguir los diversos materiales de ingeniería según su clasificación y selección de materiales

#### El Objetivo:

- ❖ Desarrollar capacidades que nos permitan aplicar los conocimientos, tanto teóricos como prácticos, a la resolución de problemas en entornos nuevos o dentro de contextos poco conocidos tanto de la ciencia de materiales como multidisciplinarios.
- ❖ Generar, mediante la educación en ciencia de materiales y en particular sobre la selección de materiales, la sensibilidad necesaria para formular juicios, a partir de una información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de los conocimientos.
- ❖ Desarrollar herramientas de aprendizaje, mediante la educación en ciencia de materiales, que permitan a los estudiantes continuar su formación de un modo autodirigido o autónomo.
- ❖ Utilizar el conocimiento de las propiedades intrínsecas a cada uno de los materiales y su influencia sobre el diseño.
- ❖ Generar en cada uno de nosotros el gusto por la ingeniería y la investigación científica.

#### INSTRUCCIONES

En esta práctica se pretende resaltar la importancia de realizar una correcta selección de materiales para algún fin específico. Para ello, se ilustran algunos métodos utilizados en la selección de materiales, desde convencionales, gráficos o con ayuda de software (bases de datos). Estos métodos serán analizados y aplicados en la selección del o los materiales usados en las diferentes industrias

- 1.- Cada estudiante deberá presentar un material ya sea de metal, cerámico, compuesto, polímero, semiconductores.
- 2.- Presentarse al momento que el docente le solicite y explique el material con los siguientes procesos:
  - ❖ Describir el material ¿Qué objeto es?
  - ❖ El material es: ¿metal, cerámico, compuesto, polímero, semiconductores?

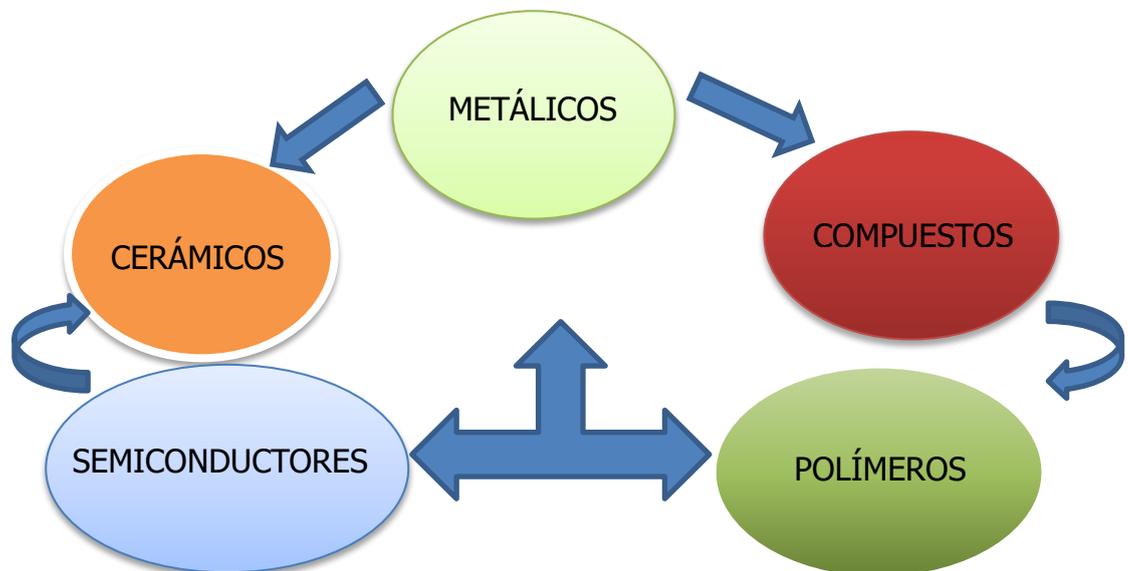


- ❖ Características: suelen ser de Forma, color, tamaño, Dureza, flexible, blando, opacos si son dúctiles y maleables de ser buenos conductores del calor y la electricidad; si son cristalinos

3.- Puede utilizar métodos de selección:

- Método tradicional o Materiales de ingeniería:  
En este método, el estudiante escoge el material que cree más adecuado: analiza y comenta sus características su funcionamiento del material
- Método gráfico:  
Este método se puede apoyar en graficas conocidas como MAPAS DE MATERIALES, en el software donde puede presentar sus propiedades de los materiales.

## CLASIFICACIÓN DE LOS







## GUIA DE TRABAJO 2

### TEMA 1

#### Reconocimiento de materiales, equipos de laboratorio y del taller

#### 1. PROPÓSITO:

- 1.1. Reconoce los materiales de laboratorio uso y funciones.
- 1.2. Realizar experimentos donde se desarrolle las operaciones básicas más comunes que se trabaja en el laboratorio

#### 2. GENERALIDADES:

En el laboratorio es necesario conocer los diferentes materiales y equipos que se utilizan en las diversas actividades ya sea en investigación o docencia, para tal fin es importante saber la función de cada uno de ellos para poder trabajar correctamente.

Los materiales en los que se miden y se combinan sustancias están fabricados con vidrio a base de Silicatos (vidrio óptico, vidrio de Jena o vidrio duro). Éstos, debido a su composición, son muy resistentes a la acción de los reactivos químicos y/o los cambios bruscos de temperatura. **Estos** materiales para medir volúmenes que pueden ser de vidrio o de plástico transparente deben estar graduados. Ejemplos: Probeta, Pipeta, Bureta, Matraz aforado. **Saber manejar los equipos de Laboratorio** es también una prioridad ya que muchos de ellos funcionan a corriente eléctrica y el uso correcto de estos equipos podría evitar accidentes.

Todo estudiante de química para ingresar al laboratorio debe cumplir las normas de seguridad por lo que debe estar debidamente protegido, debe ser prudente, ordenado en sus prácticas de laboratorio y pensar que su trabajo es una labor de investigación por lo tanto debe considerarla como un trabajo muy serio.

En el laboratorio de química el estudiante para hacer las prácticas, va descubrir, demostrar ciertos fenómenos o principios científicos; y debe revisar con anterioridad la guía de laboratorio para saber que se va a realizar.

#### 2.1. MATERIALES DE VIDRIO.

- **Beacker (Vaso de precipitado).** Son de vidrio y los hay de diferentes tamaños, están graduados y tienen pico, pueden ser también de plástico. Útiles para hacer mezclas o soluciones, preparar colorantes, realizar evaporaciones o para que contengan líquidos.
- **Asa de siembra.** - Con mango aislante o con alambre; son útiles para el sembrado de hongos y de bacterias en diversos cultivos.



- **Balón de destilación.** Instrumento de vidrio que se usa para calentar líquidos, cuyos vapores deben seguir un camino obligado (hacia el refrigerante), por lo cual cuentan con una salida lateral.
- **Placas de Petri.** Existen de diferentes medidas; es utilizada para preparar cultivos de hongos y bacterias, y también para seleccionar muestras de animales sirve para observar microorganismos en el laboratorio.
- **Cubre objetos.** Sirven para preparar soluciones o bien para colocar sobre ellos muestras de animales o plantas que serán observados al microscopio.
- **Frasco Gotero:** Son de color blanco o ámbar. Sirven para guardar de una manera segura los reactivos, regularmente se administra con conteo de gotas.
- **Matraces aforados (fiola).** Son matraces de fondo plano y cuello estrecho muy alargado, donde tienen una marca de tal modo que, cuando están llenos hasta dicha marca, se indica el volumen que contienen, que pueden ser de 50, 100, mL etc.,. Son usados para preparar varias soluciones tipo y para diluciones a un volumen determinado.
- **Matraz Erlenmeyer.** Hecho de vidrio, tiene forma de cono con fondo plano; pueden estar graduadas o no y se encuentran en diversos tamaños. Es empleado para calentar líquidos, preparar soluciones o para cultivo durante los experimentos.
- **Pipeta serológica.** Material de vidrio que se utiliza para medir volúmenes de 1, 5, 10 ml.
- **Porta objetos.** Pueden ser laminillas de cristal con ligeras hendiduras, o sin ellas, en donde son depositadas las sustancias que posteriormente se observarán al microscopio.
- **Probeta graduada.** Las probetas son instrumentos para medir volúmenes y su uso es muy frecuente. Es un tubo de cristal con pie, se usan para medir los líquidos o sustancias en centímetros cúbicos. La base de la probeta es amplia y el extremo opuesto generalmente tiene un "pico" para facilitar verter los líquidos que se miden.
- **Tubo de ensayo (Tubo de prueba).** Sirven para contener diversas sustancias en pequeños volúmenes; para preparar cultivos de bacterias y hongos; para realizar diferentes experimentos y pueden ser de diferentes medidas.
- **Vagueta (Varilla de Cristal).** Consiste en una varilla de vidrio, que se utiliza para mezclar o disolver las sustancias, pueden ser de diferentes diámetros y longitud. Pueden prepararse agitadores de diferentes tamaños de 6 o más milímetros de diámetro para evitar que se rompan fácilmente.



Figura 2.

## 2.2. Materiales diversos:

- **Broche de madera (pinzas de madera).**- Se utiliza para sujetar tubos de ensayo.
- **Cápsula de Porcelana (mortero).**- Es de forma semiesférica, se utiliza para moler sustancias o bien para combinar o mezclar diferentes sustancias durante el experimento.
- **Espátula.**- Pueden ser de acero o de porcelana. En el laboratorio se manejan a veces sustancias químicas sólidas con las que es preciso manipular: sacar una pequeña porción de un recipiente y depositarla en aparatos de medición u otro, mezclar cantidades reducidas de diversas sustancias guardadas en sus frascos correspondientes.
- **Gradilla.**- Apoyar tubos de ensayo.
- **Mechero de alcohol.**- Puede ser cualquier recipiente que contenga alcohol, mecha, el tapón de rosca agujerado donde sobresalga la mecha y un tapón para cubrir la mecha una vez que se ha utilizado.
- **Mechero de Bunsen.**- Es un aparato que consta de un tubo vertical soportado en un pie o pequeña plataforma a la que va enroscado. El tubo en su base tiene un pequeño orificio vertical para permitir la entrada de gas y arriba de esa entrada de aire, rodeadas de un anillo móvil que sirve para regular la cantidad de aire, pueden alcanzar temperaturas hasta 2000 °C.
- **Pinzas o Tenazas.**- Las pinzas o tenazas están hechas de fierro, con ellas podemos tomar recipientes calientes;
- **Soporte Universal.**- Consiste en una varilla con una base de fierro de forma rectangular, o con una base en forma de triángulo. Es útil para colocar y fijar en ellos a los anillos o las pinzas de bureta, en donde serán puestos los recipientes que se calentarán durante la práctica de laboratorio.
- **Tela metálica con asbesto.**- Es una tela de alambre con centro de asbesto. Sirve para depositar sobre ella los matraces en el momento en que se van a calentar las sustancias; permite que la distribución del calor sea uniforme.



- **Trípode.-** Puede ser fijo o desmontable. Sirve para depositar sobre él matraces y diversos utensilios para su observación o bien, para colocar los matraces al fuego y aumentar la temperatura de las sustancias.

### MATERIAL BÁSICO DE LABORATORIO

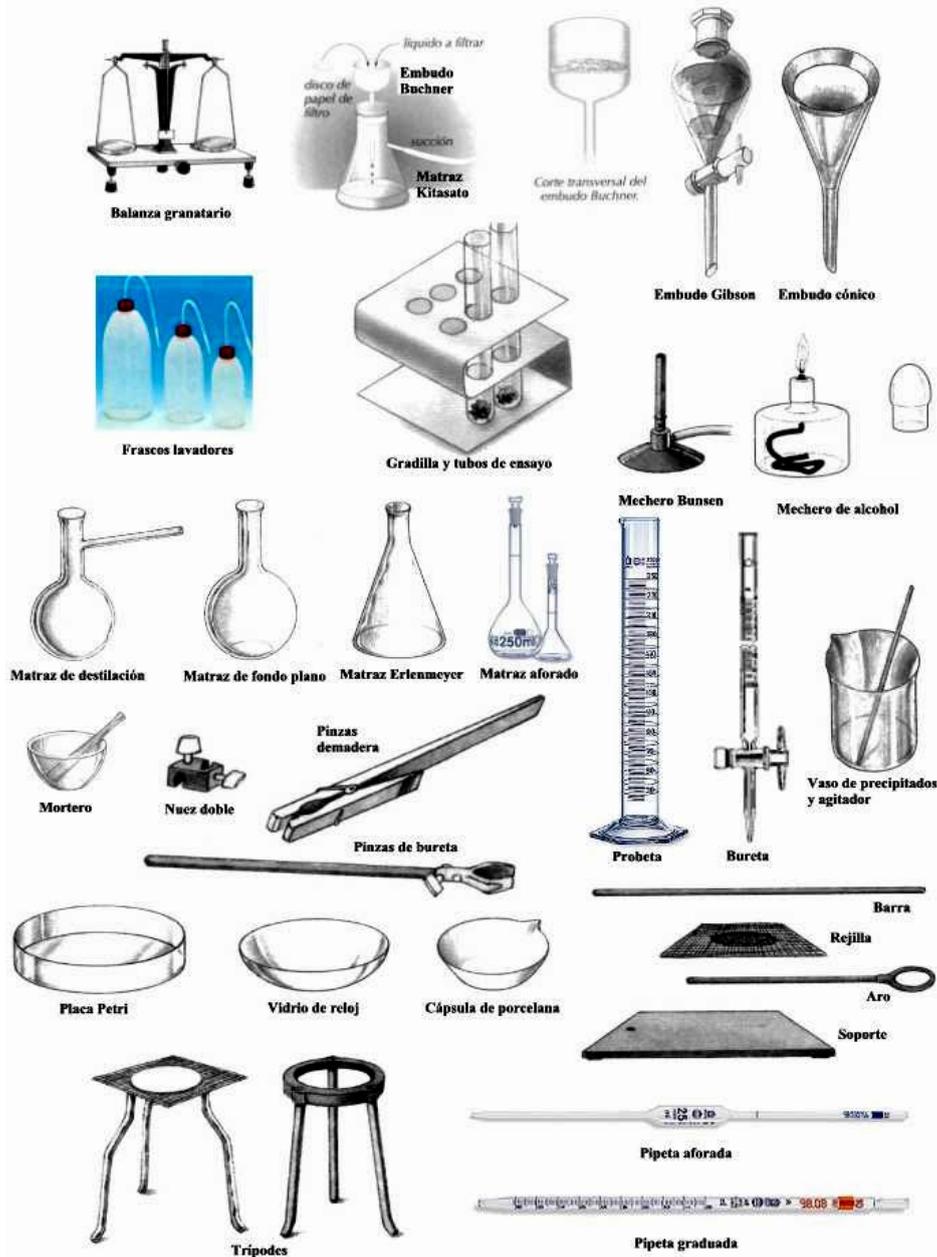


Figura 3. Materiales de uso frecuente en un laboratorio de Microbiología.



### 2.3. Equipos de laboratorio

- **Refrigeradora.-** Se utiliza para almacenar reactivos y **muestras** biológicas.
- **Estufa eléctrica.-** Equipo muy útil en el laboratorio. Sirve para secado de sustancias y esterilización. Alcanza temperaturas ente 250 y 300 °C.
- **Micrótopo.-** Se usa para hacer los cortes de tejidos vegetales o animales con medidas de micra de grueso.
- **Incubadora.-** En este equipo se guardan cultivos de microorganismos para su óptimo desarrollo.
- **Baño María.-** sirve para mantener temperaturas homogéneas.



Figura 4. Baño María

- **Balanza.-** Instrumento muy importante en el laboratorio. Las dos condiciones indispensables de una balanza son: exactitud y sensibilidad. La balanza debe colocarse sobre un soporte bien fijo, protegido de vibraciones mecánicas.
- **Centrífuga.-** Equipo que permitirá al usuario separar sustancias a diferentes velocidades



Figura 5. Balanza analítica

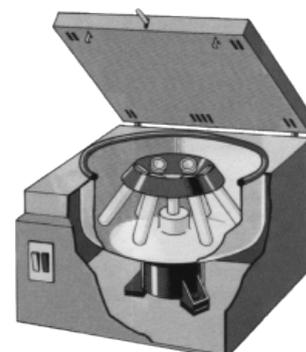


Figura 6. Centrífuga



## GUIA DE TRABAJO 2

### TEMA 2

### ENLACE QUÍMICO

#### I. PROPÓSITO:

- Identifica el tipo de enlace mediante la conductividad eléctrica.
- Diferencia entre una solución iónica, parcialmente iónica y covalente de acuerdo a su conductividad eléctrica.

#### I. FUNDAMENTO TEÓRICO:

La definición de enlace químico refiere a la unión de átomos, iones y moléculas para formar entidades más estables con propiedades diferentes a los originales. Su estudio ayuda a entender las fuerzas que participan en los diversos tipos de enlaces a nivel interatómico o intermolecular.

##### A. ENLACE IÓNICO:

Se debe a interacciones electrostáticas entre los iones que pueden formarse por la transferencia de uno o más electrones de un átomo o grupo de átomos a otro átomo o grupo de átomos y en el estado sólido se encuentran formando cristales debido a su energía reticular.

El enlace iónico se forma como resultado de la transferencia de electrones del elemento metálico a un no metálico durante una reacción química; los metales al perder los electrones se transforman en iones positivos y los no metales al ganar electrones se hacen iones negativos, originándose así una fuerte atracción electrostática entre ambos, por las cargas diferentes terminan armando una estructura sólida cristalina como el cloruro de sodio.

Los enlaces iónicos son muy estables y resisten altas temperaturas sin descomponerse químicamente (no son combustibles), son solubles en agua, al disolverse se disocian en sus iones que conducen la corriente eléctrica.

##### B. ENLACE COVALENTE:

Se debe a que se comparten uno o más pares de electrones de valencia entre dos átomos generalmente no metálicos, por la formación de orbitales moleculares a partir de orbitales atómicos.

Se forma como resultado de la compartición de electrones entre no metales durante una reacción química. Este enlace forma moléculas con existencia individual. Las sustancias covalentes tienen bajo punto de



fusión y ebullición, se descomponen por el calor y la mayoría de ellos son combustibles.

Las sustancias de origen covalente son solubles en alcohol, bencina y son poco solubles y en algunos casos insolubles en agua, por lo que no conducen la corriente eléctrica, característico de compuestos orgánicos.

### **C. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y SOLUBILIDAD:**

¿Se puede probar una sustancia para establecer el tipo de enlace que está presente? Sí, es posible. Tanto las pruebas de conductividad eléctrica como la de solubilidad de las sustancias, pueden ofrecer importantes indicios acerca de las características de sus enlaces. Por ejemplo; si una pequeña cantidad de materia se disuelve en agua (solvente polar), y la solución resultante conduce la electricidad, cabe suponer que el material es una sustancia iónica. Si la solución no conduce la electricidad es covalente apolar. Si el material que se prueba es un sólido que conduce la electricidad y tiene una apariencia brillante, se puede suponer que la sustancia es un metal.

### **II. MATERIALES REACTIVOS MATERIALES:**

01 equipo de conductividad	01 gradilla para tubos
01 Multitester	01 pinza para tubos
01 probeta de 10 ml	02 lunas de reloj
05 tubos de prueba de 150 ml	08 vasos de precipitación

#### **REACTIVOS:**

1 barra de aluminio	1 barra de cobre
1 barra de zinc	
1 barra de hierro	1 g de cloruro de sodio
1 g de sulfato de cobre clorhídrico	1 ml de ácido
1 ml de bencina	1 ml de aceite
1 papa mediana (Traer x grupo) clorhídrico al 1 N	50 ml de ácido
50 ml de agua destilada potable	50 ml de agua
50 ml de alcohol	50 ml de bencina
50 ml de cloruro de sodio al 1 N	50 ml de sulfato de cobre al 1 N



50 ml de zumo de limón (Traer x grupo)

### III. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL EXPERIMENTO 1: SOLUBILIDAD

1. En un tubo de ensayo verter 3 ml de agua destilada y agregar 1 g de sulfato de cobre; agitar y anote sus observaciones.
2. En un tubo de ensayo verter 3 ml de agua destilada y agregar 1 ml de aceite; agitar y anote sus observaciones.
3. En un tubo de ensayo verter 3 ml de agua destilada y agregar 1 ml de bencina; agitar y anote sus observaciones.
4. En un tubo de ensayo verter 3 ml de agua destilada y agregar 1 g de cloruro de sodio; agitar y anote sus observaciones.
5. En un tubo de ensayo verter 3 ml de agua destilada y agregar 1 ml de ácido clorhídrico; agitar y anote sus observaciones

### EXPERIMENTO 2: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE ENLACE IÓNICO Y COVALENTE

1. En un vaso de precipitados verter 50 ml de agua destilada e introducir los electrodos del equipo de conductividad hasta la mitad del líquido y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
2. En un vaso de precipitados verter 50 ml de agua potable e introducir los electrodos del equipo de conductividad hasta la mitad del líquido y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
3. En un vaso de precipitados verter 50 ml de zumo de limón e introducir los electrodos del equipo de conductividad hasta la mitad del líquido y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
4. En un vaso de precipitados verter 50 ml de cloruro de sodio al 1 N, e introducir los electrodos del equipo de conductividad hasta la mitad del líquido y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
5. En un vaso de precipitados verter 50 ml de ácido clorhídrico al 1 N, e introducir los electrodos del equipo de conductividad hasta la mitad del líquido y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
6. En un vaso de precipitados verter 50 ml de sulfato de cobre al 1 N, e introducir los electrodos del equipo de conductividad hasta la mitad del líquido y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
7. En un vaso de precipitados verter 50 ml de bencina, e introducir



los electrodos del equipo de conductividad hasta la mitad del líquido y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.

8. Coger una papa mediana, introducir los electrodos del equipo de conductividad hasta la mitad de la papa y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
9. En un vaso de precipitados verter 50 ml de alcohol, e introducir los electrodos del equipo de conductividad hasta la mitad del líquido y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.

**EXPERIMENTO 3: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL ENLACE METÁLICO  
(PARA DEMOSTRACIÓN POR EL DOCENTE)**

1. Conectar una barra de cobre al equipo de conductividad y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
2. Conectar una barra de hierro al equipo de conductividad y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
3. Conectar una barra de aluminio al equipo de conductividad y enchufar el equipo. Anote sus observaciones.
4. Conectar una barra de zinc al equipo de conductividad y enchufar el equipo. Anote sus observaciones



## Cuestionario 2

INSTRUCCIONES: Definir con tus propias palabras, después de haber leído los conceptos, conteste las siguientes preguntas

1. ¿Cuál es la diferencia entre enlace iónico y enlace covalente?  
.....
2. ¿Cómo se puede determinar si un compuesto es iónico o molecular?  
.....
3. Esquematice mediante la escritura de Lewis un enlace iónico y un enlace covalente.  
.....
4. ¿Cómo se determina el tipo de enlace de acuerdo a la variación de la electronegatividad?  
.....
5. ¿Cómo puede determinar experimentalmente si una solución forma o no una solución electrolítica?  
.....
6. ¿Cuáles de las sustancias con las que ha trabajado en esta práctica son sólidos iónicos?  
.....
7. ¿Por qué los ácidos inorgánicos como el ácido clorhídrico son solubles en agua y son buenos conductores de la electricidad?  
.....
8. ¿Cómo se da la conductividad en las sustancias de origen iónico y en las sustancias metálicas?  
.....
9. Mencione 10 ejemplos de compuestos iónicos.  
.....  
.....  
.....  
.....
10. Mencione 10 ejemplos de sustancias covalentes.  
.....  
.....  
.....  
.....



## REPORTE DE LA PRÁCTICA 2 ENLACE QUÍMICO

Asignatura: **Ingeniería Materiales**

Docente.....

NRC:.....

GRUPO N°: .....

Fecha: ...../..... / 2020

Duración:

INTEGRANTES:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_

Instrucciones: **Conteste de manera clara y concreta los aspectos relacionados con la práctica**

1. Reporte los resultados de solubilidad en agua de las sustancias experimentadas **(2 pts)**

COMPUESTO	FÓRMULA QUÍMICA	ESTADO DE AGREGACIÓN INICIAL	¿ES SOLUBLE EN AGUA?	TIPO DE ENLACE
Ácido clorhídrico				
Bencina				
Cloruro de sodio				
Sulfato de cobre				
Tetracloruro de carbono				

2. Reporte los resultados de conductividad eléctrica del enlace iónico y covalente **(6 pts)**

COMPUESTO	FÓRMULA QUÍMICA	¿CONDUCE LA CORRIENTE ELÉCTRICA?		TIPO DE ENLACE
		SI o NO	¿CON INTENSIDAD ALTA MEDIA O BAJA? (UTILIZAR EL MULTITESTER)	
Ácido clorhídrico				
Agua destilada				
Agua potable				
Alcohol				
Bencina				
Cloruro de sodio				
Papa				



Sulfato de cobre				
Zumo de limón				

3. Reporte los resultados de la conductividad eléctrica del enlace metálico (2 puntos)

ELEMENTO	FÓRMULA QUÍMICA	CONDUCTIVIDAD DE LA CORRIENTE E INTENSIDAD (UTILIZAR EL MULTITESTER)	OBSERVACIONES
Aluminio			
Cobre			
Hierro			
Zinc			

4. Sintetice sus conclusiones con respecto a la práctica realizada (2 puntos)

---

---

---

---

---

5. Desarrolle el cuestionario de la práctica (6 puntos)

5.1. ¿Cuál es la diferencia entre enlace iónico y enlace covalente?

---

---

5.2. Esquematice mediante la escritura de Lewis un enlace iónico y un enlace covalente de la práctica)

5.3. ¿Cómo puede determinar experimentalmente si una solución forma o no una solución electrolítica?

.....

.....

.....

.....

.....

5.4. ¿Cuáles de las sustancias con la que ha trabajado en esta práctica son sólidos iónicos?

---

---

5.5. ¿Por qué los ácidos inorgánicos como el ácido clorhídrico son solubles en agua y son buenos conductores de la electricidad?

---

---



- 5.6. ¿Cómo se da la conductividad en las sustancias de origen iónico y en las sustancias metálicas?

---

6. **Criterios de cumplimiento** de: normas de bioseguridad + insumos encomendados + orden + limpieza  
**(mesa y materiales) + puntualidad + trabajo colaborativo** (2 puntos)



## GUIA DE TRABAJO 3 TEMA 3

### Estructura red cristalina y amorfas de los materiales

#### Propósito

Aprender a distinguir la estructura cristalina y amorfos en los materiales

#### Objetivo

- Conocer la disposición de los átomos e iones de los sólidos en el espacio e identificar los principales bloques componentes de los sólidos.
- Describir la diferencia entre estructura atómica y estructura cristalina para los materiales sólidos.

#### Fundamento Teórico

##### Red de Bravais y celda primitiva unidad

Uno de los conceptos fundamentales en la descripción de un sólido cristalino es el de **red de Bravais**, que especifica cómo las unidades básicas que lo componen (átomos, grupos de átomos o moléculas) se repiten periódicamente a lo largo del cristal.

Una red de Bravais es un conjunto formado por todos los puntos cuyo vector de posición es de la forma  $\mathbf{R} = n_1\mathbf{a}_1 + n_2\mathbf{a}_2 + n_3\mathbf{a}_3$  donde  $\mathbf{a}_1$ ,  $\mathbf{a}_2$ ,  $\mathbf{a}_3$  son tres vectores linealmente independientes y  $n_1$ ,  $n_2$  y  $n_3$  son números enteros.

A los vectores  $\mathbf{a}_i$  se les llama vectores primitivos o traslaciones fundamentales de la red de Bravais.

Se llama **celda primitiva unidad** de una red de Bravais a un volumen del espacio tal que trasladado mediante todos los vectores de dicha red llena todo el espacio sin dejar vacíos ni superponerse. Esta condición implica que una celda unidad contiene únicamente un punto de la red. Sin embargo, existe un número infinito de celdas primitivas, todas ellas con el mismo volumen. Siempre es posible elegir una región (que pueda contener más de un punto de la red) que, trasladada mediante un subconjunto de vectores de la red, llena el espacio sin dejar vacíos ni superponerse.

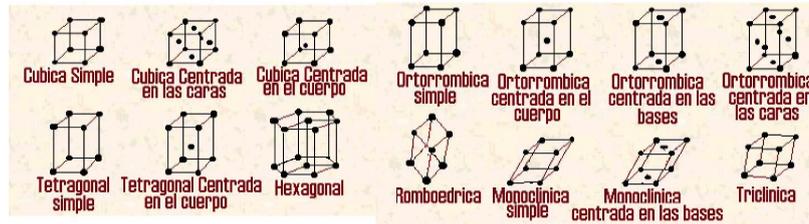
Dichas celdas unidades (no primitivas) pueden elegirse de modo que reflejen mejor la simetría de la red.

La estructura de un cristal real queda descrita cuando se da la **red de Bravais** subyacente y la distribución de los átomos dentro de la celda primitiva (**motivo**). La red cristalina está pues formada por copias de la misma unidad fundamental o motivo localizadas en todos los puntos de la red de Bravais.



**Sistemas cristalinos (Redes de Bravais)**

• Aunque existen 14 posibles celdas cristalinas, Existen siete combinaciones diferentes en las cuales están agrupadas en dependencia de los parámetros de red. Cada una de esas combinaciones constituye un sistema cristalino.





## GUIA DE TRABAJO 3 PRÁCTICA 3

### ESTRUCTURA RED CRISTALINA Y AMORFAS DE LOS MATERIALES

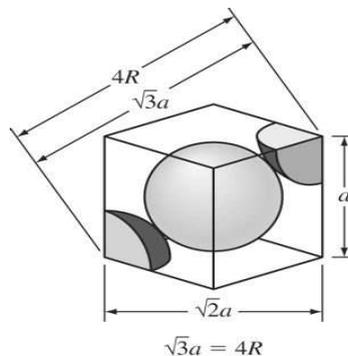
NRC:  
Asignatura : Ingeniería de Materiales  
Docente :  
Unidad:

Apellidos : .....  
Nombres : .....  
Fecha : ...../...../2020

INSTRUCCIONES: Leer detenidamente y resolver los siguientes ejercicios y no te olvides de colocar sus unidades de medida.

#### PROBLEMA N° 1

El hierro a 20°C es BCC con átomos con un radio atómico de 0.124. Calcule la constante de red  $a$  para el vértice del cubo de la celda unitaria de hierro. (Considerando los datos de la siguiente figura).

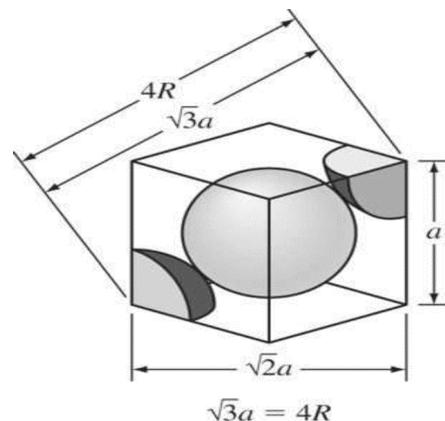


#### PROBLEMA N° 2

El radio atómico del níquel CCC es 1.243 Å. Calcular: a) el parámetro de red y b) la densidad del níquel, si se sabe que la masa atómica del níquel es de 58.71 g/mol.

#### PROBLEMA N° 3

Calcule el factor de empaquetamiento atómico (APF) para la celda unitaria BCC, considerando a los átomos como esferas rígidas.



#### PROBLEMA N° 4

La densidad del potasio, que tiene una estructura CC y un átomo por punto de red es 0.855 g/cm<sup>3</sup>. La masa atómica del potasio es 39.09 g/mol.

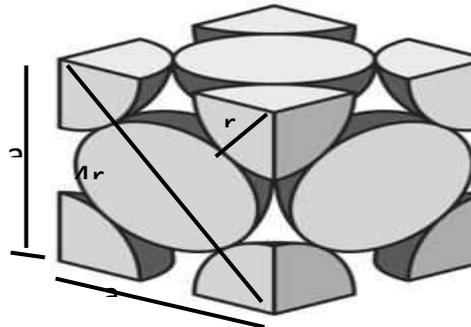
Calcule:



- a) el parámetro de red y
- b) el radio atómico del potasio

**PROBLEMA N° 5**

Determine el volumen de una celdilla unidad FCC y calcule el volumen de la celda FCC en función del radio atómico R.



**PROBLEMA N° 6**

Un metal con una estructura cúbica tiene una densidad de 1.892 g/cm<sup>3</sup>, un peso atómico de 132.91 g/mol y un parámetro de red de 6.13 Å. Un átomo asociado a cada punto de la red. Determinar la estructura cristalina del metal.

**PROBLEMA N° 7**

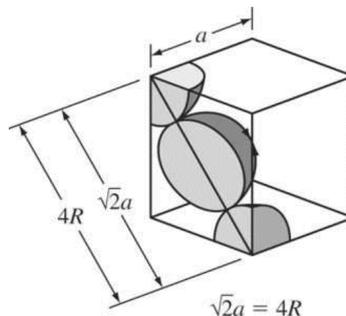
Cálculo del Factor de empaquetamiento atómico para una FCC. Demuestre que el factor de empaquetamiento atómico para una estructura cristalina FCC es 0.74

**PROBLEMA N° 8**

El hierro puro experimenta un cambio polimórfico de BCC a FCC calentándolo al pasar los 912 °C. Calcular el cambio de volumen asociado con el cambio de estructura de BCC a FCC si a 912 °C la celda unitaria BCC tiene un parámetro de red de 0.293 nm y la celda unitaria FCC 0.363 nm.

**PROBLEMA N° 9**

Calcule el cambio de volumen teórico que acompaña a la transformación alotrópica en un metal puro desde la estructura FCC a BCC. Considere el modelo de esferas rígidas y que no existe cambio de volumen atómico antes y después de la transformación



**PROBLEMA N° 10**

El Platino es FCC tiene una constante de red de 0.39239 nm.

¿Calcule el valor del radio atómico?



## GUÍA DE TRABAJO 4

### TEMA 4

# Propiedades Mecánicas Ensayo de Tracción

#### PROPÓSITO:

Entender cómo se miden las diferentes propiedades mecánicas y lo que estas representan, puesto que se les puede solicitar que diseñen estructuras o componentes utilizando materiales que no tengan fallas o deformaciones.

#### OBJETIVO

- Explicar qué es el ensayo de tracción, qué tipo de máquina se emplea para realizar los ensayos de tracción y qué información respecto a las propiedades de un material pueden obtenerse de estos ensayos

#### INTRODUCCIÓN

El ensayo a tracción es la forma básica de obtener información sobre el comportamiento mecánico de los materiales. Mediante una máquina de ensayos se deforma una muestra o probeta del material a estudiar, aplicando la fuerza uniaxialmente en el sentido del eje de la muestra. A medida que se va deformando la muestra, se va registrando la fuerza (carga), llegando generalmente hasta la fractura de la pieza. Así pues, el resultado inmediato es una curva de carga frente a alargamiento, que, transformados en tensión y deformación, en función de la geometría de la probeta ensayada, aportan una información más general. Esta práctica tiene el OBJETIVO inmediato de ilustrar, mediante la experiencia, las propiedades mecánicas de los materiales que se derivan a partir de un ensayo a tracción. Los objetivos añadidos son:

- 1.- Conocer cómo se fijan las condiciones de ensayo, cómo se realiza el ensayo y qué información se puede extraer a partir de los datos registrados y cómo.
- 2.- Utilizar una Máquina de Ensayos Mecánicos y tener una visión de su potencial, versatilidad y posibilidades para caracterizar mecánicamente los materiales. Para ello se trabajará con la máquina de ensayos mecánicos Shimadzu Autograph del laboratorio de materiales, con 50 kN de capacidad máxima de carga, como la mostrada en la imagen. Los ensayos a tracción se realizarán en varillas cilíndricas metálicas.

#### FUNDAMENTO TEÓRICO

El ensayo de tracción tiene por objetivo definir la resistencia elástica, resistencia última y plasticidad del material cuando se le somete a fuerzas uniaxiales. Se requiere una máquina, prensa hidráulica por lo general, capaz de:

- a) Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura de la probeta
- b) Controlar la velocidad de aumento de fuerzas.
- c) Registrar las fuerzas,  $F$ , que se aplican y los alargamientos,  $\Delta L$ , que se observan en



la probeta. Un esquema de la máquina de ensayo de tracción se muestra en la Figura 1

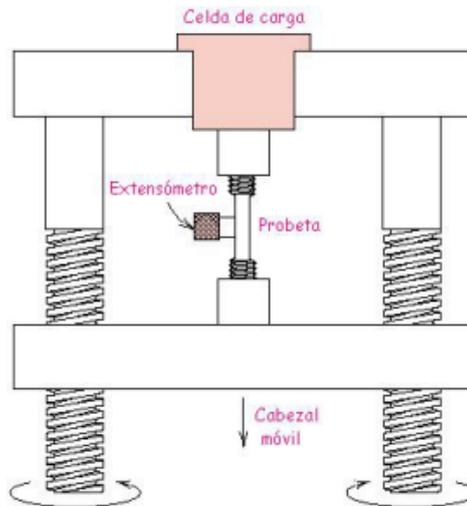


Figura 1: Máquina de Ensayo de Tracción.

#### PROCEDIMIENTO:

La máquina de ensayo impone la deformación desplazando el cabezal móvil a una velocidad seleccionable. La celda de carga conectada a la mordaza fija entrega una señal que representa la carga aplicada, las máquinas están conectadas a un ordenador que registra el desplazamiento y la carga leída. Si representamos la carga frente al desplazamiento obtendremos una curva como la mostrada en la figura 2.

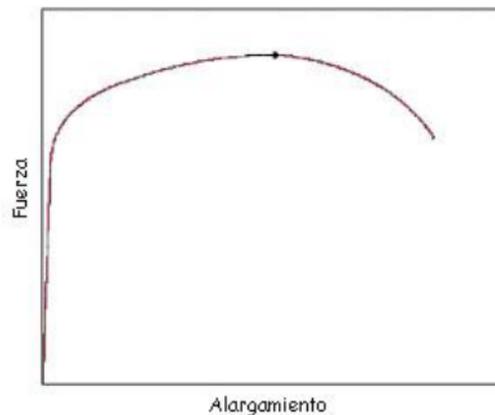
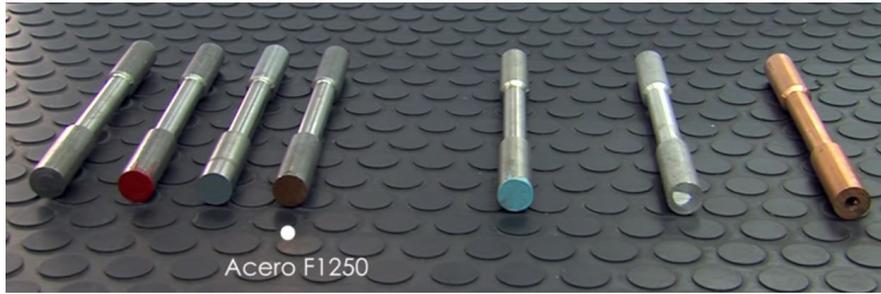


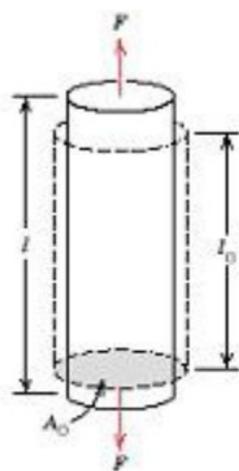
Figura 2: Fuerza vs. alargamiento.

Para realizar esta práctica se debe usar las siguientes probetas con los siguientes metales  
Probetas de cobre; aluminio, acero inoxidable AISI 316; acero F1250, acero F1430; acero F1140, acero F1110

<https://www.youtube.com/watch?v=2edtdDZIRWQ>



La probeta a ensayar se sujeta por sus extremos al cabezal móvil de la máquina de ensayos y a la célula de carga, respectivamente. Las mordazas de sujeción deben mantener firme a la muestra durante el ensayo, mientras se aplica la carga, impidiendo el deslizamiento. A su vez, no deben influir en el ensayo introduciendo tensiones que causen la rotura en los puntos de sujeción. Para que el ensayo se considere válido la rotura debe ocurrir dentro de la longitud calibrada, en la parte central de la probeta. A partir de las dimensiones iniciales de la probeta, se transforman la fuerza en tensión y el alargamiento en deformación, que nos permite caracterizar las propiedades mecánicas que se derivan de este ensayo.



Tensión (nominal)  $\sigma = \frac{F}{A_0}$

Deformación (nominal)  $\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$



De tal forma que la curva típica sería tensión vs. deformación, tal y como se muestra en la figura 3.

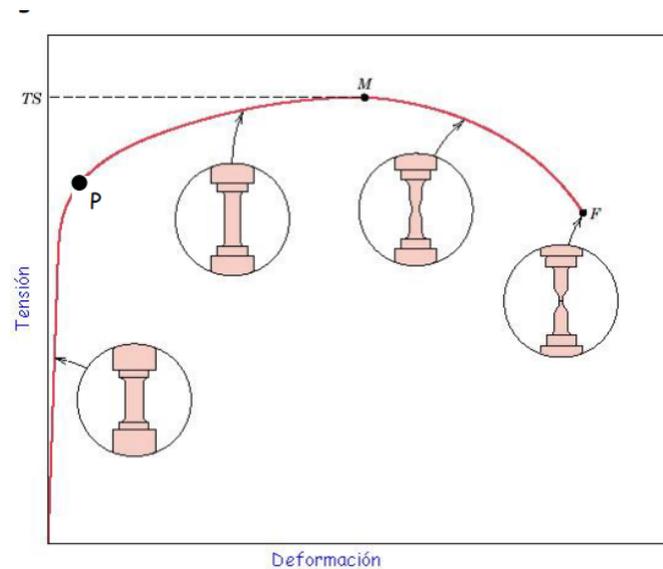


Figura 3: Curva típica de tracción hasta la fractura, punto F. La resistencia a la tracción TS está indicada en el punto M. Los insertos circulares representan la geometría de la probeta deformada en varios puntos de la curva

La interpretación de la curva nos lleva

- 1.- En la curva podemos distinguir dos regiones: - Zona elástica: La región a bajas deformaciones (hasta el punto P), donde se cumple la Ley de Hooke:  $\sigma = E \epsilon$  (E = módulo elástico). - Zona plástica: A partir del punto P. Se pierde el comportamiento lineal, el valor de tensión para el cual esta transición ocurre, es decir, se pasa de deformación elástica a plástica, es el Límite de Elasticidad,  $\sigma_y$ , del material.
- 2.- Después de iniciarse la deformación plástica, la tensión necesaria para continuar la deformación en los metales aumenta hasta un máximo, punto M, Resistencia a tracción (RT ó TS), y después disminuye hasta que finalmente se produce la fractura, punto F. La Resistencia a Tracción es la tensión en el máximo del diagrama tensión-deformación nominales. Esto corresponde a la máxima tensión que puede ser soportada por una estructura a tracción; si esta tensión es aplicada y mantenida, se producirá la rotura. Hasta llegar a este punto, toda la deformación es uniforme en la región estrecha de la probeta. Sin embargo, cuando se alcanza la tensión máxima, se empieza a formar una disminución localizada en el área de la sección transversal en algún punto de la probeta, lo cual se denomina estricción, y toda la deformación subsiguiente está confinada en la estricción. La fractura ocurre en la estricción. La tensión de fractura o bien de rotura corresponde a la tensión en la fractura.



2.1 DEFORMACIÓN ELÁSTICA Definimos elasticidad como la propiedad de un material en virtud de la cual las deformaciones causadas por la aplicación de una fuerza desaparecen cuando cesa la acción de la fuerza. "Un cuerpo completamente elástico se concibe como uno de los que recobra completamente su forma y dimensiones originales al retirarse la carga". ej: caso de un resorte al cual le aplicamos una fuerza. El grado con que una estructura se deforma depende de la magnitud de la tensión impuesta. Para muchos metales sometidos a esfuerzos de tracción pequeños, la tensión y la deformación son proporcionales según la relación

$$\sigma = E\varepsilon$$

Esta relación se conoce con el nombre de ley de Hooke, y la constante de proporcionalidad, E (MPa) es el módulo de elasticidad, o módulo de Young. Cuando se cumple que la deformación es proporcional a la tensión, la deformación se denomina deformación elástica; al representar la tensión en el eje de coordenadas en función de la deformación en el eje de abscisas se obtiene una relación lineal:



La pendiente de este segmento lineal corresponde al módulo de elasticidad E. Este módulo puede ser interpretado como la rigidez, o sea, la resistencia de un material a la deformación elástica. Cuanto mayor es el módulo, más rígido es el material, o sea, menor es la deformación elástica que se origina cuando se aplica una determinada tensión. 2.2. DEFORMACIÓN PLÁSTICA Definimos como plasticidad a aquella propiedad que permite al material soportar una deformación permanente sin fracturarse. Todo cuerpo al soportar una fuerza aplicada trata de deformarse en el sentido de aplicación de la fuerza. En el caso del ensayo de tracción, la fuerza se aplica en dirección del eje de ella y por eso se denomina axial, la probeta se alargará en dirección de su longitud y se



encogerá en el sentido o plano perpendicular. Aunque el esfuerzo y la deformación ocurren simultáneamente en el ensayo, los dos conceptos son completamente distintos. Para la mayoría de los materiales metálicos, la deformación elástica únicamente persiste hasta deformaciones de alrededor de 0.005. A medida que el material se deforma más allá de este punto, la tensión deja de ser proporcional a la deformación y ocurre deformación plástica, la cual es permanente, es decir no recuperable. En la figura 4 se traza esquemáticamente el comportamiento tensión deformación en la región plástica para un metal típico. La transición elasto-plástica es gradual para la mayoría de los metales; se empieza a notar cierta curvatura al comienzo de la deformación plástica, la cual aumenta rápidamente al aumentar la carga.

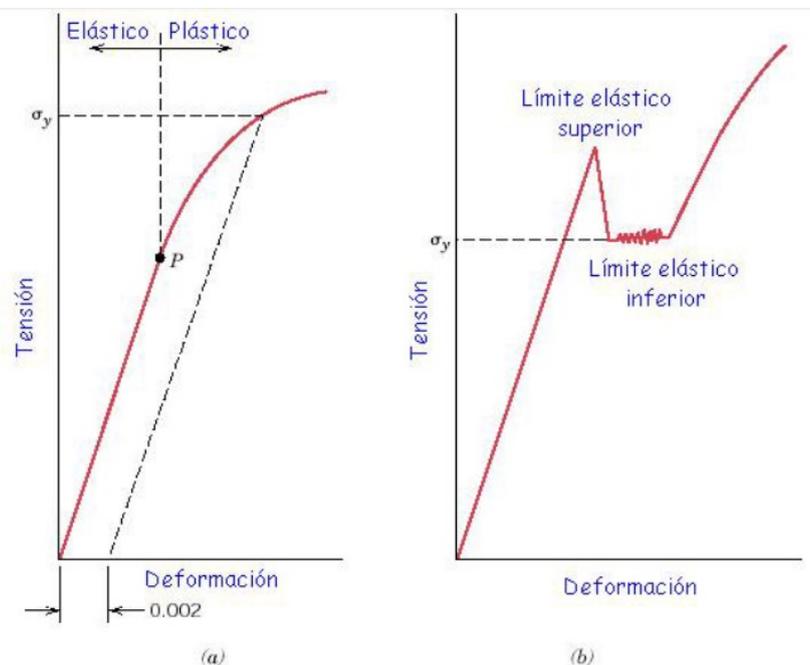


Figura 4: (a) Curva de tracción típica de un metal que muestra las deformaciones elástica y plástica, el límite proporcional P y el límite elástico  $\sigma_y$ , determinado como la tensión para una deformación plástica del 0.002. (b) Curva de tracción típica de algunos aceros que presentan el fenómeno de la discontinuidad de la fluencia.

**CÁLCULO DEL LÍMITE ELÁSTICO** Para conocer el nivel de tensiones para el cual empieza la deformación elástica, o sea, cuando ocurre el fenómeno de fluencia, tenemos que tener en cuenta dos tipos de transición elastoplástica:

- 1.- Los metales que experimentan esta transición de forma gradual. El punto de fluencia puede determinarse como la desviación inicial de la linealidad de la curva tensión-deformación (punto P en la figura 4ª). En tales casos, la posición de este punto no

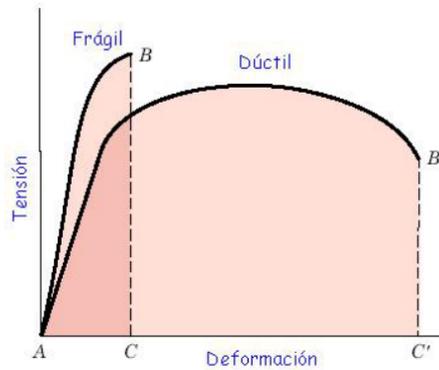


puede ser determinada con precisión, por este motivo se ha establecido una convención por la cual se traza una línea recta paralela a la línea recta paralela a la línea elástica del diagrama de la tensión-deformación desplazada por una determinada deformación, usualmente 0.002. La tensión correspondiente a la intersección de esta línea con el diagrama tensión-deformación cuando éste se curva se denomina límite elástico,  $\sigma_y$ .

- 2.- Para aquellos materiales que tienen una región elástica no lineal, la utilización del método anterior no es posible, y la práctica usual es definir el límite elástico como la tensión necesaria para producir una determinada deformación plástica. Algunos aceros y otros materiales exhiben el tipo de diagrama tensión-deformación mostrado en la Figura 9b. La transición elastoplástica está muy bien definida y ocurre de forma abrupta y se denomina fenómeno de discontinuidad del punto de fluencia. En el límite de fluencia superior, la deformación plástica se inicia con una disminución de la tensión. La deformación prosigue bajo una tensión que fluctúa ligeramente alrededor de un valor constante, denominado punto de fluencia inferior. En los metales en que ocurre este fenómeno, el límite elástico se toma como el promedio de la tensión asociada con el límite de fluencia inferior, ya que está bien definido y es poco sensible al procedimiento seguido en el ensayo.

**DUCTILIDAD** La ductilidad es otra importante propiedad mecánica. Es una medida del grado de deformación plástica que puede ser soportada hasta la fractura. Un material que experimenta poca o ninguna deformación plástica se denomina frágil. La ductilidad puede expresarse cuantitativamente como alargamiento relativo porcentual, o bien mediante el porcentaje de reducción de área. El alargamiento relativo porcentual a rotura, %EL, es el porcentaje de deformación plástica a rotura, o bien donde  $l_f$  es la longitud en el momento de la fractura y  $l_0$  es la longitud de prueba original.

$$\%EL = \left( \frac{l_f - l_0}{l_0} \right) \times 100$$

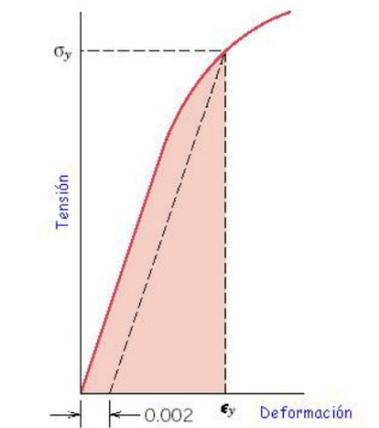


**Figura 5:** Representación esquemática de los diagramas de tracción de materiales frágiles, y dúctiles ensayados hasta la fractura.

**TENACIDAD** La tenacidad de un material es un término mecánico que se utiliza en varios contextos; en sentido amplio, es una medida de la capacidad de un material de absorber energía antes de la fractura. La geometría de la probeta, así como la manera con que se aplica la carga son importantes en la determinación de la tenacidad

**RESILIENCIA** Medida de la capacidad de un material de absorber energía elástica antes de la deformación plástica.

$$U_r = \int_0^{\epsilon_y} \sigma d\epsilon$$



**PROCEDIMIENTO** Antes de comenzar a realizar los ensayos de tracción se deben tomar las respectivas medidas de las probetas. Es muy importante ser bastante cuidadosos en la toma de estas medidas ya que después de someter las probetas a los ensayos de tracción por medio de la maquina universal, se van a comparar finales, tanto la longitud



de la probeta como el diámetro de la misma. Después de realizar todas las medidas a nuestras probetas, procedemos a efectuar el ensayo de tracción. Una vez terminado el ensayo se vuelve a medir la probeta para calcular la deformación.

**INFORME:**

- 1.- Explicar el procedimiento seguido.
- 2.- Dibujar las gráficas tensión vs. deformación y comentarlas de todas las probetas ensayadas.
- 3.- Calcular deformación final y módulo de Young, de cada una de las probetas.
- 4.- Contestar las siguientes cuestiones: ¿Qué probeta es más frágil y cuál más dúctil? ¿Influye la temperatura en los resultados de las pruebas a tracción?

**Referencias:** • “Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales”. Callister, W.D.

**Ed. Reverté S.A., Barcelona**

**URL:** <https://www.youtube.com/watch?v=2edtdDZIRWQ>



## SEGUNDA UNIDAD GUÍA DE TRABAJO N° 5 TEMA N° 5

### Propiedades mecánicas ensayo de dureza

#### PROPÓSITO

Entender cómo se miden las diferentes propiedades mecánicas y lo que estas representan, puesto que se les puede solicitar que diseñen estructuras o componentes utilizando materiales que no tengan fallas o deformaciones.

#### OBJETIVOS General

Que el estudiante se familiarice con el proceso de obtención de la dureza de metales ferrosos y no ferrosos, empleando las escalas Rockwell y Brinell; así como la obtención de la resistencia máxima a la tracción de metales ferrosos a partir de los datos del ensayo Brinell.

#### Objetivos específicos

1. Que el estudiante adquiera destrezas en el manejo de las escalas de dureza Rockwell y Brinell.
2. Que el estudiante adquiera destrezas en el manejo de las tablas de conversión de dureza.
3. Que el estudiante observe la diferencia entre la dureza del acero 1020 y la del latón y aluminio, en estado recocido.

#### MATERIAL

Probetas provenientes de la práctica de tracción.

#### EQUIPOS

1. Equipos de corte y pulido de metales.
2. Durómetros





### **DESARROLLO EXPERIMENTAL**

1. Cortar y preparar adecuadamente las probetas para los ensayos de dureza. Debe utilizar la experiencia obtenida en la práctica de preparación de metales realizada en el curso Materiales,
2. Medir la dureza Rockwell de todos los materiales. Recuerde que la dureza será el promedio de un número de medidas realizadas, el cual dependerá de la dispersión de los valores medidos. En consecuencia, es importante hacer una distribución adecuada del espacio disponible para obtener el mayor número posible de medidas y un resultado confiable.
3. Realizar diferentes ensayos dureza, empleando la escala Brinell, con un penetrador de 2,5 mm de diámetro y tres cargas diferentes para las probetas de acero 1020-0 y latón. De ser posible realizar un mínimo de 3 repeticiones para cada carga. Se debe registrar el diámetro promedio de huella para cada carga y sus repeticiones. Con estos datos se elaborará la gráfica de carga.vs. diámetro de huella y se obtendrá el exponente de endurecimiento de Meyer.

### **INFORME**

El informe se debe realizar siguiendo y respetando el formato presentado al principio de esta guía, considerando los siguientes puntos:

1. Elaborar una tabla comparativa con los valores de dureza Brinell Rockwell de todos los materiales. Sí es necesario utilice una tabla de conversión para llevar todas las medidas de dureza a una misma escala. Discuta la diferencia entre los valores de dureza para los diferentes materiales utilizados y haga referencia al valor reportado en la bibliografía.
2. Elaborar las gráficas de carga aplicada vs. diámetro promedio de huella para la probeta de acero 1020.
3. Calcular el valor del exponente de la ecuación de endurecimiento por deformación de Hollomon "m", usando la ecuación de endurecimiento de Meyer, para la probeta de acero 1020. Compárelo con el valor obtenido en la práctica de tracción, determine la diferencia (en porcentaje) entre ambos valores y discuta.
4. Empleando la gráfica de KB .vs. m, estime los valores de la resistencia máxima del acero 1020-0 y del latón (para entrar en la gráfica de KB vs. m use los valores de "m", de cada material, obtenidos en la práctica de tracción). Compárelos con los valores obtenidos en la práctica de tracción determine la diferencia (en porcentaje) entre ambos valores y discuta.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Blanco, Oswaldo. Procesos de Fabricación. Conceptos Básicos.
2. Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven. "Manufactura, Ingeniería y Tecnología". Prentice Hall. 2002.



3. Datsko, Joseph. "Materials Properties and Manufacturing Processes". John Wiley.
4. Datsko, Joseph. "Materials in Design and Manufacturing".
5. Dieter, E. "Metalurgia Mecánica". Mc Graw-Hill.
6. Rowe, Geoffrey. "Principles of Industrial Metalworking Processes". Edward Arnold.



## GUÍA DE TRABAJO N° 6 TEMA N° 6

### Propiedades Físicas: eléctricas, magnéticas, ópticas, térmicas

#### Propósito:

Conocer sus propiedades físicas y como diferenciar entre los materiales semiconductores intrínsecos y extrínsecos y calcular la conductividad eléctrica

#### Objetivo

- Describir el modelo de bandas de energía y definir las propiedades eléctricas de metales, polímeros, cerámicas y materiales electrónicos con base en el mismo.
- Definir los semiconductores intrínsecos y extrínsecos, y describir cómo se transporta la carga en estos materiales.
- Explicar qué fenómenos pueden ocurrir con la radiación luminosa cuando ésta pasa de un medio a otro.
- Describir de manera breve las dos fuentes de momentos magnéticos en materiales

#### Introducción

El comportamiento físico de los materiales se encuentra descrito por una gran variedad de propiedades eléctricas, magnéticas, ópticas y térmicas, que vienen determinadas, entre otras, por su estructura y ordenamiento atómico y la estructura cristalina. Estas propiedades físicas pueden ser modificadas cambiando el ordenamiento a corto y medio alcance de los átomos, introduciendo imperfecciones en la estructura atómica, variando el tamaño de grano, modificando la microestructura, etc; y por ello son también función del proceso de fabricación y de su composición, que pueden ser modificados para alcanzar unas determinadas propiedades físicas finales.



## PRÁCTICA N° 6

### Propiedades Físicas; eléctricas, magnéticas, ópticas, térmicas

NRC:  
Asignatura : Ingeniería de Materiales  
Docente :  
Unidad:

Apellidos : .....  
Nombres : .....  
Fecha : ...../...../2020

INSTRUCCIONES: Leer detenidamente y resolver los siguientes ejercicios y no te olvides de colocar sus unidades de medida.

#### PROBLEMA N° 1

Un alambre cuyo diámetro es de 0.20 cm debe conducir una corriente de 20 A. La máxima disipación de potencia a lo largo del alambre es de 4 W/m (watts por metro). Calcule la conductividad tolerable mínima del alambre en (ohm-metros)<sup>-1</sup> para la aplicación

#### PROBLEMA N° 2

Calcule el número de átomos de silicio por metro cúbico. La densidad del silicio es 2.33 Mg/m<sup>3</sup> (2.33 g/cm<sup>3</sup>), y su masa atómica es de 28.08 g/mol.

#### PROBLEMA N° 3

Si un alambre de cobre de pureza comercial conduce 10 A de corriente con una caída de voltaje máxima de 0.4 V/m, ¿Cuál debe ser su diámetro mínimo? [ $\sigma$  (Cu comercialmente puro) =  $5.85 \times 10^7$  (ohmio m)<sup>-1</sup>]

#### PROBLEMA N° 4

Calcule la resistividad eléctrica de silicio intrínseco a 300 K. Para Si a 300 K,  $n_i = 1.5 \times 10^{16}$  portadores/m<sup>3</sup>,  $q = 1.60 \times 10^{-19}$  C,  $\mu_n = 0.135$  m<sup>2</sup>/(V · s), y  $\mu_p = 0.048$  m<sup>2</sup>/(V · s)

#### PROBLEMA N° 5

Calcule la resistividad eléctrica de cobre puro a 132° C, utilizando el coeficiente de resistividad de temperatura para el cobre de la tabla

#### PROBLEMA N° 6

Calcule la resistividad eléctrica de silicio intrínseco a 300 K. Para Si a 300 K,  $n_i = 1.5 \times 10^{16}$  portadores/m<sup>3</sup>,  $q = 1.60 \times 10^{-19}$  C,  $\mu_n = 0.135$  m<sup>2</sup>/(V · s), y  $\mu_p = 0.048$  m<sup>2</sup>/(V · s)

#### PROBLEMA N° 7

Una oblea de silicio se impurifica con 10<sup>21</sup> átomos de fósforo/m<sup>3</sup>. Calcule

- La concentración de portadores mayoritarios.
- La concentración de portadores minoritarios y
- La resistividad eléctrica del silicio impurificado a temperatura ambiente (300 K). Suponga ionización completa de los átomos impurificadores



$$n_i(\text{Si}) = 1.5 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}, \mu_n = 0.135 \text{ m}^2 / (\text{V} \cdot \text{s}), \text{ y } \mu_p = 0.048 \text{ m}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$$

**PROBLEMA N° 8**

Un fotón en un semiconductor de ZnS desciende desde un nivel de energía de impurezas a 1.38 eV debajo de su banda de conducción hasta su banda de valencia. ¿Cuál es la longitud de onda de la radiación producida por el fotón en la transición? Si es visible, ¿cuál es el color de la radiación? El ZnS tiene una brecha de energía de 3.54 eV.

**PROBLEMA N° 9**

Calcule la reflectividad de luz incidente ordinaria en una superficie plana pulida de vidrio de silicato con un índice de refracción de 1.46.

Use la siguiente formula

$$R = \left( \frac{n - 1}{n + 1} \right)^2$$



## GUÍA DE TRABAJO N° 7

### PRÁCTICA N° 7

# Corrosión y degradación de los metales

#### Propósito

Diferenciar entre la oxidación y las reacciones electroquímicas de reducción y determinar la velocidad de oxidación de un metal dada la densidad de corriente de la reacción

#### Objetivo

- Definir la corrosión y las correspondientes reacciones electroquímicas asociadas a menudo con ella.
- Explicar los aspectos básicos de la cinética de la corrosión y definir la polarización, la pasivación y la serie galvánica

#### INTRODUCCIÓN

La corrosión es un fenómeno natural, que se produce como fruto de la reacción química de un material con el medio con el que está en contacto. Como consecuencia, los materiales en general, y especialmente los metales, se deterioran viéndose afectadas sus propiedades y su funcionalidad y pudiendo causar en última instancia el fallo catastrófico de un componente. Esto puede traducirse en todo tipo de accidentes con diferentes niveles de impacto, desde el fallo de maquinaria, al derrumbe de estructuras, o al vertido de sustancias contaminantes. La corrosión tiene significativas consecuencias económicas y medioambientales, y afecta de manera transversal a todos los sectores industriales, así como a otros ámbitos de la sociedad menos ligados a la industria.

### EXPOSICIÓN DEL TEMA DE CORROSIÓN

El estudiante debe formar grupos y organizarse para investigar sobre los siguientes temas a exponer:

Puede usar todos los medios como materiales de exposición, papelotes, software, diapositivas, materiales en físico.

#### GRUPO N° 1

---

INSTRUCCIONES: Lea; analice e investigue el tema a continuación que se le formula y desarrolle y expóngalas siguientes preguntas

---

- 1.- ¿Qué es corrosión electroquímica de los metales?
- 2.- ¿Reacciones de oxidación y reducción?
- 3.- ¿Qué son celdas galvánicas?
- 4.- ¿Celdas galvánicas macroscópicas con electrolitos con concentración uno molar?



5.- ¿Celdas galvánicas con electrolitos que no son de concentración uno molar?

## GRUPO N° 2

- 1.- ¿Qué son celdas galvánicas?
- 2.- ¿Celdas galvánicas con electrolitos ácidos o alcalinos sin iones metálicos presentes?
- 3.- ¿Qué son celdas galvánicas?
- 4.- ¿Corrosión microscópica de celdas galvánicas microscópica en un electrodo?
- 5.- ¿Celda galvánicas de concentración?
- 6.- ¿Celdas galvánicas creadas por diferencia en composición estructura y esfuerzo?

## GRUPO N° 3

- 1.- ¿Velocidad (cinética); de la corrosión?
- 2.- ¿Velocidad de la corrosión uniforme o electrodeposición de un metal en una solución acuosa?
- 3.- ¿Reacciones de corrosión y de polarización?
- 4.- ¿Pasivación?
- 5.- ¿La serie galvánica?

## GRUPO N° 4

- 1.- ¿Qué son tipos de corrosión?
- 2.- ¿Corrosión uniforme o general?
- 3.- ¿Corrosión de dos metales o galvánica?
- 4.- ¿Corrosión por picaduras, hendiduras, intergranular, por esfuerzo, erosión?
- 5.- ¿Daño por cavitación?
- 6.- ¿Corrosión por desgaste, selectiva?
- 7.- ¿Daño por hidrogeno?

## GRUPO N° 5

- 1.- ¿Oxidación de metales?
- 2.- ¿Películas de oxido protectoras?
- 3.- ¿Mecanismo de oxidación?
- 4.- ¿Velocidad de oxidación (cinética)?

## GRUPO N° 6

- 1.- ¿Control de corrosión?
- 2.- ¿Selección de materiales?



- 3.- ¿Recubrimiento y diseño?
- 4.- ¿Alteraciones del ambiente?
- 5.- ¿Protección anódica y catódica?

#### **BIBLIOGRAFIA**

(Smith William F (2010) Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales 5° ed.  
México D. F)

<https://archive.org/details/FundamentosDeLaCienciaElIngenieriaDeMaterialesEdicion4WilliamF.SmithJavadHashemi/mode/2up>

## **ENSAYOS DE CORROSIÓN DE MATERIALES**

### **INTRODUCCIÓN**

Si bien la corrosión es un fenómeno inevitable, es posible mitigar su efecto actuando sobre los factores que influyen en el proceso de corrosión: las características propias de una aleación metálica o recubrimiento, y la agresividad del medio, principalmente. Asimismo, aspectos como el diseño, las cargas mecánicas a las que está sometida una pieza, o la existencia de tensiones residuales, pueden afectar también a la corrosión. Los ensayos de corrosión llevados a cabo nos permiten a nosotros acreditar y dar validez a sus materiales en base a normas internacionales UNE, ISO y ASTM, así como homologar piezas y componentes, de acuerdo con especificaciones propias de clientes en sectores tan exigentes como.

### **ENSAYOS DE CORROSIÓN**

Los ensayos de corrosión intergranular y por pitting permiten certificar aquellos materiales en los que, además de los correspondientes requisitos de composición química o resistencia mecánica, hay que asegurar el cumplimiento de sus características de resistencia frente a la corrosión. Son necesarios para dar validez al material y asegurar que su comportamiento en servicio será el adecuado.

### **Claves de los ensayos de corrosión intergranular y por pitting**

- Materiales sometidos a ensayo: Aceros inoxidables y CRA (aleaciones resistentes a la corrosión)
- Ensayos de exposición en medios muy agresivos, usando disoluciones con alta concentración en ácidos como el sulfúrico o el nítrico, o con elevado contenido en cloruros.
- Ensayos de corta duración.



- Evaluación de la respuesta del material a las condiciones agresivas del ensayo, mediante estimación de la pérdida de masa o inspección visual posterior de la probeta en busca de defectos causados por la corrosión, en concreto grietas o picaduras.

## **ENSAYOS AMBIENTALES**

Los ensayos ambientales están destinados a evaluar la resistencia y el comportamiento de diferentes tipos de recubrimientos frente a la corrosión (zincados, galvanizados, zinc-níquel, cromados, pinturas, etc.).

### **Claves de los ensayos ambientales**

- Materiales sometidos a ensayo: Recubrimientos metálicos y no metálicos en acero y otros materiales.
- Ensayos de exposición en condiciones de temperatura y humedad determinadas.
- Combinados con otros ensayos cuyo objeto es también la evaluación de recubrimientos aportan información adicional sobre el comportamiento del recubrimiento:
  - ❖ Adherencia: corte por enrejado según ISO 2409.
  - ❖ Evaluación del grado de corrosión según UNE EN ISO 10289 y ASTM D610.
  - ❖ Evaluación de defectos (ampollamiento, descamación, delaminación...), según UNE-EN ISO 4628.

## **ENSAYOS DE SUSCEPTIBILIDAD A LA FRAGILIZACIÓN POR HIDRÓGENO EN ÁCIDO SULFÚRICO (H<sub>2</sub>S)**

Ensayos de laboratorio para cualificación de materiales metálicos resistentes al agrietamiento por SSC (Sulfide Stress Cracking) y HIC (Hydrogen Induced Cracking). Se trata de ensayos específicos para el sector OIL&GAS, según normas NACE TM0177 y TM0284.

- HIC: Evaluación de agrietamientos internos tipo stepwise cracking.
- SSC: Resistencia al agrietamiento bajo tensión mediante los métodos de ensayo anillos de tensión y four point bending.

### **Aplicaciones principales**

- ❖ Calidad: Cualificar el material respecto a resistencia frente a la creación y propagación de grietas.



- ❖ **Fiabilidad:** Asegurar el comportamiento adecuado de los componentes en entornos reales.
- ❖ **Optimización:** Favorecer la elección de materiales apropiados para aplicaciones específicas. Proporciona información adicional sobre la calidad de los materiales frente a ensayos convencionales como los de características mecánicas y estructurales.
- ❖ **Piezas y componentes ensayados:** componentes de equipos de perforación, elementos de construcción y servicios de pocería, componentes de compresores, sistemas de bombeo, conductos y tuberías de gases y líquidos, bridas, válvulas, tornillos, vástagos, segmentos, etc.

### **Claves de los ensayos HIC y SSC**

- Materiales sometidos a ensayo: aceros al carbono de baja/media aleación en estado normalizado, o temple y revenido.
- Ensayos realizados en probetas sin tensión (HIC) o bajo tensión (SSC).
- Evaluación de la calidad metalúrgica del material y el proceso de fabricación frente a la generación de grietas por hidrógeno.



## PRÁCTICA N° 7

### Corrosión y degradación de los metales

NRC:  
Asignatura : Ingeniería de Materiales  
Docente :  
Unidad:

Apellidos : .....  
Nombres : .....  
Fecha : ...../...../2020

**INSTRUCCIONES:** Leer detenidamente y resolver los siguientes ejercicios y no te olvides de colocar sus unidades de medida.

#### Problema N° 1

Una celda galvánica está formada por un electrodo de zinc en una solución de 1 M de  $ZnSO_4$  y otro de níquel en una solución de 1 M de  $NiSO_4$ . Los dos electrodos están separados por una pared porosa de modo que se evita la mezcla de las soluciones. Un alambre externo con un interruptor conecta a los dos electrodos. Cuando el interruptor acaba de cerrarse:

- ¿En cuál de los electrodos ocurre la oxidación?
- ¿Cuál de los electrodos es el ánodo de la celda?
- ¿Cuál electrodo se corroe?
- ¿Cuál es la fem de la celda galvánica cuando el interruptor acaba de cerrarse?

#### Problema N° 2

Una celda galvánica a  $25^\circ C$  está formada por un electrodo de zinc en una solución de  $ZnSO_4$  al 0.10 M y otro de níquel en una solución de  $NiSO_4$  al 0.05 M. Los dos electrodos están separados por una pared porosa y conectados mediante un alambre externo. ¿Cuál es la fem de la celda cuando acaba de cerrarse el interruptor entre los dos electrodos?

#### Problema N° 3

Un proceso de electrodeposición de cobre utiliza 15 A de corriente mediante la disolución química (corrosión) de un ánodo de cobre y efectúa un proceso de electrodeposición en un cátodo de cobre. Si se supone que no hay reacciones laterales, ¿cuánto tiempo tardarán en corroerse 8.50 g del cobre del ánodo?

#### Problema N° 4

Un tanque cilíndrico de acero fundido de 1 m de altura y 50 cm de diámetro contiene agua aerada hasta un nivel de 60 cm y después de seis semanas presenta una pérdida de peso por corrosión de 304 g. Calcule a) la corriente de corrosión y b) la densidad de corriente que interviene en la corrosión del tanque. Suponga una corrosión uniforme en la superficie interior del tanque y que el acero se corroe de la misma manera que el hierro puro.



### Problema N° 5

La pared de un tanque de acero que contiene agua aerada se está corroyendo a una velocidad de 54.7 mdd. ¿En cuánto tiempo el espesor de la pared disminuirá en 0.50 mm?

#### Los problemas 3 y 4 aplican esta fórmula 13.4.1

#### 13.4.1 Velocidad de la corrosión uniforme o electrodeposición de un metal en una solución acuosa

736

La cantidad de metal que se corroe de manera uniforme en un ánodo o que se electrodeposita en un cátodo en una solución acuosa en cierto tiempo se determina utilizando la ecuación de Faraday<sup>4</sup> de la química general, la cual establece que

$$w = \frac{ItM}{nF} \quad (13.13)$$

donde  $w$  = peso de metal, g, corroido o electrodepositado en una solución acuosa en el tiempo  $t$ , s

$I$  = flujo de corriente, A

$M$  = masa atómica del metal, g/mol

$n$  = número de electrones átomo producidos o consumidos en el proceso

$F$  = constante de Faraday = 96 500 C / mol o 96 500 A · s / mol

Algunas veces la corrosión acuosa uniforme de un metal se expresa en términos de una densidad de corriente  $i$ , que a menudo se expresa en amperes por centímetro cuadrado. Al sustituir  $I$  por  $iA$  la [ecuación 13.13](#) se convierte en

$$w = \frac{iAtM}{nF} \quad (13.14)$$

donde  $i$  = densidad de corriente, A/cm<sup>2</sup> y  $A$  = área, cm<sup>2</sup>, si se usa el centímetro para la longitud. Las otras cantidades son las mismas que en la [ecuación 13.13](#).

### Problema N° 5

Escriba las reacciones de media celda anódica y catódica para las siguientes condiciones de electrodo-electrolito. Utilice valores  $E^\circ$  de la tabla 13.1 como base para sus respuestas

- Electrodos de cobre y zinc sumergidos en una solución de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) diluido.
- Un electrodo de cobre sumergido en una solución de agua oxigenada.
- Un electrodo de hierro sumergido en una solución de agua oxigenada.
- Electrodos de magnesio y hierro conectados mediante un alambre externo y sumergidos en una solución oxigenada de NaCl al 1 por ciento



**Tabla 13.1** Potenciales de electrodos estándar a 25°C\*

	Reacción de oxidación (corrosión)	Potencial del electrodo ( $E^\circ$ ) (voltios contra electrodo de hidrógeno estándar)
↑ <b>Más catódico</b> (menos tendencia a la corrosión)	$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3e^-$	+1.498
	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$	+1.229
	$\text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{2+} + 2e^-$	+1.200
	$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + e^-$	+0.799
	$2\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}_2^{2+} + 2e^-$	+0.788
	$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$	+0.771
	$4(\text{OH})^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^-$	+0.401
	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^-$	+0.337
	$\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+} + 2e^-$	+0.150
	$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2e^-$	0.000
	↓ <b>Más anódico</b> (mayor tendencia a corroerse)	$\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2e^-$
$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2e^-$		-0.136
$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2e^-$		-0.250
$\text{Co} \rightarrow \text{Co}^{2+} + 2e^-$		-0.277
$\text{Cd} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + 2e^-$		-0.403
$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$		-0.440
$\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3e^-$		-0.744
$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$		-0.763
$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3e^-$		-1.662
$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$		-2.363
$\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$		-2.714

\*Las reacciones se escriben como medias celdas anódicas. Cuanto más negativa es la reacción de media celda, tanto más anódica es la reacción y tanto mayor la tendencia para que ocurra corrosión u oxidación.



## TERCERA UNIDAD GUÍA TRABAJO N° 8

### PRÁCTICA N° 8

# Tratamiento térmico de los metales

#### Propósito

- Aprenderá a relacionar los procesos de mejora que son sometidos los materiales por medio del tratamiento térmico

#### Objetivo

- Efectuar los tratamientos térmicos de un acero porque es importante tener en mente las líneas de las temperaturas críticas
- Determinar las condiciones de temple de un acero cuyas características se desconocen.
- Conocer las etapas que se siguen para efectuar un tratamiento térmico de revenido.
- Comprobar los efectos y conocer las ventajas de practicar un revenido a los aceros, después de que fueron tratados por medio de un temple
- Efectuar un recocido total a un acero tratado anteriormente
- Comprobar que el acero recupera sus constituyentes y propiedades originales
- Comprobar que en el acero tratado se obtiene perlita fina, con mayor dureza que en el recocido.

#### Introducción

En los laboratorios de la carrera de Ingeniero son parte fundamental de la formación del estudiante, ya que le permite comprobar en forma práctica muchos de los conocimientos adquiridos en el salón de clase, de esta manera, presentamos el manual de prácticas correspondiente al Laboratorio de Tecnología de Materiales, esperando que permita al alumno un mejor desarrollo de las mismas y que su estancia sea lo más fructífera posible; en tema de tratamiento térmico de los metales

El tratamiento térmico es un conjunto de operaciones de calentamiento y enfriamiento aplicados a un metal o aleación en estado sólido para producir ciertas propiedades en el material. Los tratamientos térmicos de aceros, incluyen la transformación de la estructura austenítica en otras como ferrita, perlita, cementita, martensita, entre otras. los tratamientos térmicos más comunes son: recocido completo, normalizado, temple y revenido.

Generalmente el tratamiento térmico, TT, se inicia con una operación de calentamiento a una temperatura adecuada que permita obtener un 100 % de austenita, a este proceso se le conoce como austenitización, este calentamiento debe ser lento de manera que se puedan evitar los gradientes de temperatura que originan esfuerzos térmicos y distorsión del material. El paso posterior al calentamiento es diferente para cada tratamiento y depende de factores como:



- a) Contenido de carbono
- b) Tratamiento térmico
- c) Estructura que se desea obtener
- d) Propiedades mecánicas a obtener

## **PRÁCTICA DE TEMPLADO**

### **OBJETIVO**

obtener una estructura martensítica que confiera al acero la máxima dureza deseable.

### **INTRODUCCIÓN**

El tratamiento térmico de temple consiste en calentar el acero a una temperatura predeterminada; mantener esta temperatura hasta que el calor haya penetrado hasta el corazón de la pieza y enfriar bruscamente en el medio correspondiente según el tipo de acero.

La temperatura de temple para los aceros de diferente contenido de carbono y elementos aleantes está determinada por la posición de las líneas A1 y A3.

Para los aceros al carbono la temperatura de temple puede determinarse por el diagrama Hierro-Carburo de hierro. Por lo general para el acero hipo eutectoide debe ser 30-50 °C más alta que A3 y para el hipereutectoide, 30-50 °C más alto que A1.

El calentamiento de temple se realiza en hornos de acción periódica y continua, generalmente en hornos eléctricos o que funcionan a base de combustible gaseoso o líquido. Se emplean ampliamente los hornos de baño, en los cuales la pieza se calienta en sales fundidas.

Es deseable que el medio de enfriamiento para el temple enfríe con rapidez en la zona de temperaturas donde la austenita tiene poca estabilidad (600-500 °C) y con lentitud en la zona de temperaturas de la transformación martensítica (300-200 °C) para que no se originen esfuerzos muy elevados que puedan deformar o agrietar el material.

Para templar las piezas hechas de acero al carbono, con alta velocidad crítica de temple, se utiliza corrientemente el agua; aunque otro medio de enfriamiento muy común es el aceite.

Los mejores resultados se obtienen templando en baños de sal, los cuales tienen muchas ventajas sobre los medios de enfriamiento ya citados.

Cuando la composición del acero se desconoce, será necesaria una experimentación para determinar el rango de temperaturas de temple. El procedimiento a seguir es templar un determinado número de muestras del acero a diferentes temperaturas y medios de temple y observar los resultados mediante pruebas de dureza o al microscopio. La temperatura y medio de temple adecuados serán los



que den como resultado el mayor aumento en la dureza y en otras propiedades sin ocasionar fracturas o deformaciones.

### **MATERIALES Y EQUIPOS**

- *Barras de acero*
- *Mufla (horno)*
- *Recipiente para contener los medios de temple.*
- *Microscopio metalográfico.*
- *Durómetro.*
- *Pinzas de sujeción.*
- *Guantes de asbesto.*
- *Reactivo de ataque para el acero (Nital al 2%).*
- *Agua y aceite mineral.*

### **Procedimiento 01**

El material se calienta a una temperatura de austenización y se enfría lo más rápido posible mediante un medio de temple que puede consistir en:

Agua corriente

Solución acuosa de cloruro de sodio al 10 %, salmuera

Sales fundidas

Soluciones acuosas de aceite sulfonado

Aceite lubricante

### **Procedimiento 02**

Se utilizarán por lo menos dos probetas de acero de la misma composición de carbono, para visualizar las diferencias de templar en agua y aceite.

1. Corte, desbaste y pulido de las probetas de acero.
2. Ataque de las probetas de acero con el reactivo.
3. Se tomarán dos muestras o probetas iguales y se les denominarán probeta 1 y probeta 2.
4. Observar al microscopio cualquiera de las probetas y dibujar la microestructura observada a 400X.
5. Practicar la prueba de dureza a las probetas
6. Calentar las dos probetas en la mufla a una temperatura comprendida entre 850 y 900°C durante 20 minutos.
7. Cuando las probetas estén listas para el temple, tomarlas con las pinzas y depositar primero la probeta 1 en el recipiente con agua y agitar en forma de "ocho" dentro del medio de temple. Hacer lo mismo con la probeta 2, sólo que se templará en aceite.
8. Pulir y atacar con el mismo reactivo a las probetas.



9. Observar al microscopio las dos probetas y dibujar lo observado a 400X.
10. Practicar la prueba de dureza a las dos probetas

### CUESTIONARIO

1. ¿Qué es un tratamiento térmico?
2. ¿Qué es el temple y cuál es su objetivo?
3. ¿Cuáles son los medios de enfriamiento que se emplean en el temple, y de qué factores depende la elección de éstos?
4. En el templado ¿Qué determina la máxima dureza que puede obtenerse en una pieza de acero?
5. ¿Por qué no debe calentarse el acero demasiado arriba de su temperatura crítica superior antes de ser enfriado?

## PRÁCTICA DE REVENIDO

### OBJETIVOS

1. Conocer las etapas que se siguen para efectuar un tratamiento térmico de revenido.
2. Comprobar los efectos y conocer las ventajas de practicar un revenido a los aceros, después de que fueron tratados por medio de un temple.

### INTRODUCCIÓN

Se sabe que el tratamiento térmico de temple confiere al acero una alta dureza y resistencia mecánica, sin embargo, otras propiedades como la tenacidad y ductilidad se ven seriamente afectadas, por lo que su aplicación dependerá principalmente de poder conseguir un aumento en la tenacidad y en la ductilidad, sin perder por ello la dureza adquirida.

Este compromiso entre las propiedades antes mencionadas puede lograrse con la aplicación de un tratamiento térmico, posterior al temple, conocido como revenido que consta esencialmente de las etapas siguientes:

- 1.- Calentamiento del acero por debajo de la temperatura de transformación.
- 2.- Mantenimiento a esta temperatura por un tiempo determinado.
- 3.- Enfriamiento del metal a la velocidad más adecuada. Los efectos principales del tratamiento térmico de revenido son:
  - a) Estabilización y afinamiento de la microestructura.
  - b) Eliminación de las tensiones internas del metal, ocasionadas por el temple. Esto trae como consecuencia que el acero adquiera mayor tenacidad y ductilidad viéndose poco afectadas la dureza y la resistencia mecánica.



Aumentando la temperatura de revenido disminuyen la dureza, la resistencia máxima y el límite elástico hasta llegar a las propiedades que tendría el acero en estado normalizado; la ductilidad y la resistencia al impacto aumentan paulatinamente.

El rango de temperaturas para efectuar este tratamiento, deberá seleccionarse de tal manera que las propiedades finales del acero sean las óptimas para una aplicación específica.

El rango recomendable para efectuar el revenido de acero al carbono es de 200 a 400 °C, y además se debe considerar que la velocidad de enfriamiento varía las condiciones finales del acero.

### **MATERIAL Y EQUIPO**

- Probetas de acero templadas anteriormente.
- Mufla.
- Microscopio metalográfico.
- Durómetro.
- Pinzas de sujeción.
- Guantes de asbesto.
- Material para pulir las probetas.
- Reactivo de ataque para el acero (Nital al 2%).

### **PROCEDIMIENTO**

1. Se utilizan las probetas templadas en la práctica anterior.
2. Calentar las probetas de acero dentro de la mufla a una temperatura comprendida entre 200 y 400°C durante una hora.
3. Después del tiempo señalado en el punto anterior, se apaga la mufla y se retira una de las probetas, la que se dejará enfriar al medio ambiente y la otra se dejará enfriar dentro de la mufla.
4. Pulir y atacar las probetas de acero ya enfriadas.
5. Observar al microscopio a 400x y dibujar el campo observado.
6. Medir la dureza de las probetas.

### **CUESTIONARIO**

1. *Hacer una tabla que muestre los resultados obtenidos en la práctica.*
2. *Dibuje las microestructuras observadas y mencione sus constituyentes principales.*
3. *Explique la diferencia entre este tratamiento y el temple.*
4. *¿Se encontró alguna diferencia entre la probeta que se enfrió al aire y la probeta que se enfrió dentro de la mufla? ¿Sí?, ¿No? y ¿Por qué?*
5. *¿Cuál es el constituyente que se obtiene después del revenido?*

**En la siguiente lista observamos los colores aproximados que se pueden obtener en el revenido de los aceros al carbono**



Colores del revenido	
Temperatura °C	Aceros al carbono y de baja aleación.
200	Amarillo pálido
220	Amarillo paja
230	Amarillo oro
240	Marón amarillento
250	Marón
260	Marón rojizo
270	Púrpura
280	Violeta
290	Azul oscuro
300	Azul
340	Gris Azulado
360	Gris

## PRÁCTICA RECOCIDO

### OBJETIVOS

1. Efectuar un recocido total a un acero tratado anteriormente
2. Comprobar que el acero recupera sus constituyentes y propiedades originales

### INTRODUCCIÓN

El recocido de los aceros es un tratamiento térmico que consiste en calentar el metal hasta una determinada temperatura y, posterior enfriamiento lento.

Como resultado del enfriamiento lento, el acero se acerca al equilibrio estructural y de fase. Por lo que, el fin del recocido es la obtención de la estructura equilibrada, la eliminación de los esfuerzos internos y, en relación con esto, el incremento de la ductilidad y tenacidad del acero necesarias para etapas posteriores en su uso.

Por lo tanto, después del recocido se obtienen las estructuras indicadas en el diagrama Fe- Fe<sub>3</sub>C: ferrita más perlita en los aceros hipo eutectoides; perlita en los aceros eutectoides y, perlita más cementita en los aceros hipereutectoides.



El recocido total se aplica comúnmente a los aceros hipo eutectoides y consiste en el calentamiento a una temperatura de 30-50 °C por arriba de la línea A3, permaneciendo a esta temperatura una cuarta parte del tiempo de calentamiento y un posterior enfriamiento lento dentro del horno hasta una temperatura de 500-400 °C y por último enfriándose al aire.

#### **MATERIAL Y EQUIPO**

- Probetas de acero tratadas anteriormente mediante el temple.
- Mufla
- Durómetro
- Pinzas de sujeción
- Guantes de asbesto
- Reactivo de ataque para el acero (nital al 2%)
- Elementos para desbaste y pulido

#### **PROCEDIMIENTO**

1. Colocar las probetas en el horno y calentar lentamente hasta alcanzar la temperatura de recocido (austenitización).
2. Mantener esa temperatura durante 30 minutos (dependiendo del tamaño de la pieza, el tiempo puede variar).
3. Después, enfriar lentamente a 500 °C dentro del horno y a continuación al aire,
4. Una vez enfriadas las probetas, pulirlas atacarlas y observarlas al microscopio a 400x. Dibujar lo observado.
5. Efectuar la prueba de dureza y comparar los valores obtenidos con los originales.

#### **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuál es el propósito del recocido?
2. ¿Recuperó el acero sus constituyentes y propiedades originales? ¿Por qué?
3. ¿Qué relación hay entre el recocido y la resistencia a la corrosión?
- 4.- Explicar las diferentes variantes que existen del tratamiento térmico de recocido.

## **PRÁCTICA NORMALIZADO**

#### **OBJETIVO**

- Comprobar que en el acero tratado se obtiene perlita fina, con mayor dureza que en el recocido.



## **INTRODUCCIÓN**

El normalizado es una variedad de recocido en el cual se enfría el material en aire tranquilo, con lo que se consigue un enfriamiento algo más rápido que en el recocido ordinario.

El recocido y el normalizado son por lo regular, las operaciones iniciales del tratamiento térmico, tienen por objeto subsanar algunos defectos de procesos anteriores (colada, forjado, etc.). Sin embargo, suele ser con mucha frecuencia el tratamiento térmico final.

La designación de la normalización es distinta en dependencia de la composición del acero. Para los aceros con bajo contenido de carbono, la normalización se emplea en lugar del recocido. Para los aceros con 0.3% de carbono aproximadamente, la normalización se emplea en lugar del temple y del revenido a alta temperatura.

## **EQUIPO Y MATERIAL**

- Probeta de acero tratada anteriormente
- Mufla
- Microscopio metalográfico
- Durómetro
- Pinzas de sujeción
- Guantes de asbesto
- Reactivo de ataque para el acero
- Elementos para desbaste y pulido

## **PROCEDIMIENTO**

Tomar una probeta tratada anteriormente y normalizarla.

1. Colocar la probeta en el horno y calentar lentamente hasta alcanzar la temperatura de normalizado
2. Mantener esa temperatura durante unos 30 minutos
3. Después enfriar la probeta al aire
4. Una vez enfriadas las probetas al aire, pulirlas, atacarlas y observarlas al microscopio con 400x. Dibujar lo observado
5. Realizar la prueba de dureza y anotar los resultados obtenidos
6. Comparar los resultados del normalizado y del recocido

## **CUESTIONARIO**

- 1.- ¿Qué es el normalizado y que tipo de estructura produce?
- 2.- ¿Qué diferencia existe entre el normalizado y el recocido?
- 3.- ¿Qué ventajas ofrece el enfriamiento al aire?



4.- ¿Por qué se dice que tanto el normalizado como el recocido son tratamientos térmicos iniciales y, sin embargo, muchas ocasiones se utilizan como tratamiento térmico final?



## GUÍA DE TRABAJO N° 9

### TEMA: ALEACIONES Y DIAGRAMA DE FASES

#### Propósito

Indicar las líneas de líquidos y sólidos además dibujar esquemáticamente diagramas de fases y localizar las temperaturas y composiciones de todas las transformaciones de fases

#### Objetivo

- Describir un diagrama de fases binario isomorfo y trazar un diagrama genérico que muestre todas las regiones de las fases y la información relevante.
- Aplicar la línea de enlace y la regla de palanca a los diagramas de fase, a fin de determinar la composición de las fases y la fracción de fase de una mezcla.

#### Introducción

Una sustancia pura como el agua puede existir en las fases sólida, líquida y vapor, según sean las condiciones de temperatura y presión. Un ejemplo muy conocido de dos fases de una sustancia pura en **equilibrio**, es un vaso de agua que contiene unos cubos de hielo. En este caso, el agua, sólida y líquida, da lugar a dos fases distintas separadas por una fase límite, la superficie de los cubos del hielo. Durante la ebullición del agua, el agua líquida y el agua vaporizada constituyen dos fases en equilibrio. En la figura 8.1 se muestra una representación gráfica de las fases del agua que existen bajo diferentes condiciones de presión y temperatura.

Figura 8.1

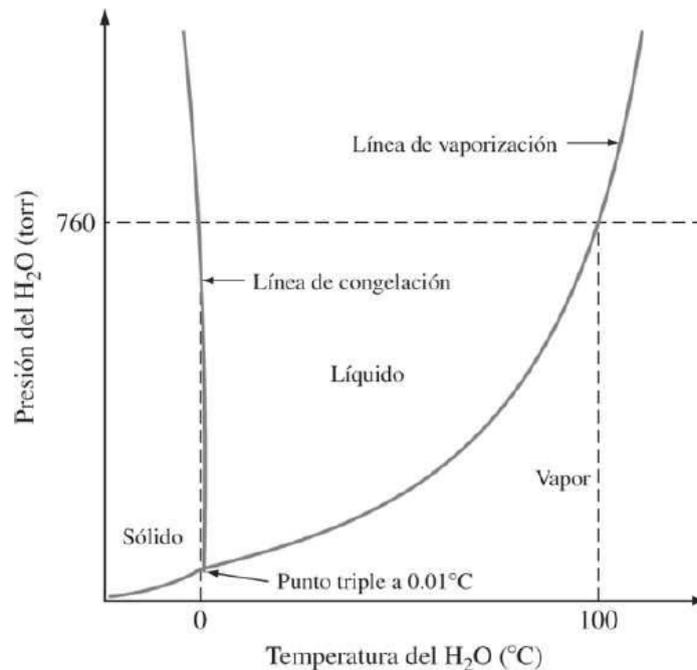


Diagrama de fases en equilibrio presión-temperatura *PT* aproximado, para el agua pura. (Los ejes del diagrama se encuentran algo distorsionados.)



## PRÁCTICA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

### TEMA N° 9: aleaciones y diagrama de fases

NRC:  
Asignatura: Ingeniería de Materiales  
Docente :  
**Unidad: III**

Apellidos : .....  
Nombres : .....  
Fecha :...../ ...../2020  
Duración :

INSTRUCCIONES: Analizar, leer detenidamente luego resolver las preguntas y realizar el solucionario utilizando sus unidades de medida, porcentaje entre otros

- ¿Qué es una aleación?  
.....  
.....
- ¿Cuáles son las cuatro reglas de Hume-Rothery para la solubilidad sólida de un elemento en otro  
.....  
.....

### Problema N° 3

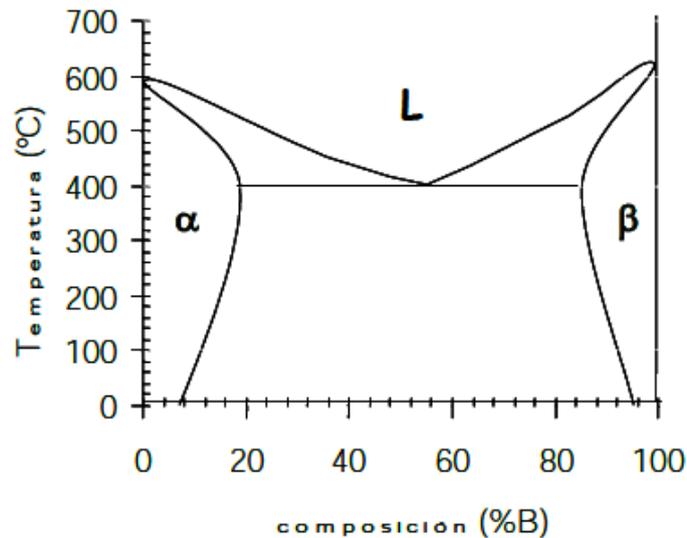
Dos metales presentan solubilidad parcial entre sí. El metal A con un punto de fusión de 1000°C puede disolverse un 20% de B a 0°C y su máxima solubilidad se produce a 500°C siendo de un 30% de B; El metal cuyo punto de fusión es de 800°C, puede disolverse 10% de A a 0°C y su máxima solubilidad se produce a 500°C siendo de un 20% de A; A 500°C hay una reacción Eutéctica con un contenido de B del 60%;

Dibuje e identifique las partes del diagrama de fases de equilibrio (suponga que todas las líneas son rectas)




### Problema 4

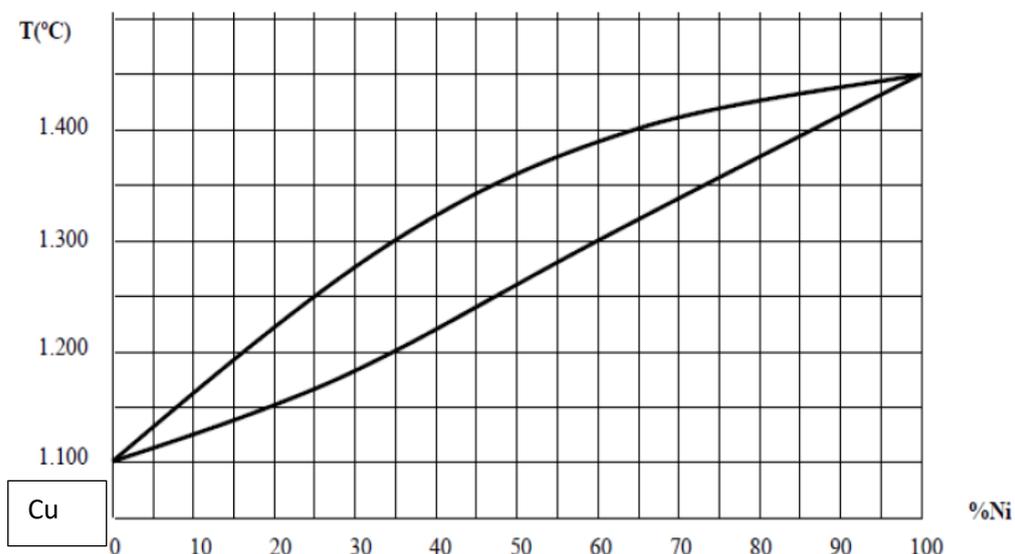
En el siguiente diagrama, completa los campos vacíos, señala las líneas de líquidus, sólidus y solvus e indica un punto invariante nombrando la reacción que tiene lugar por enfriamiento a partir del mismo.



### Problema 5

A partir del siguiente diagrama de equilibrio de fases de la aleación de cobre y níquel

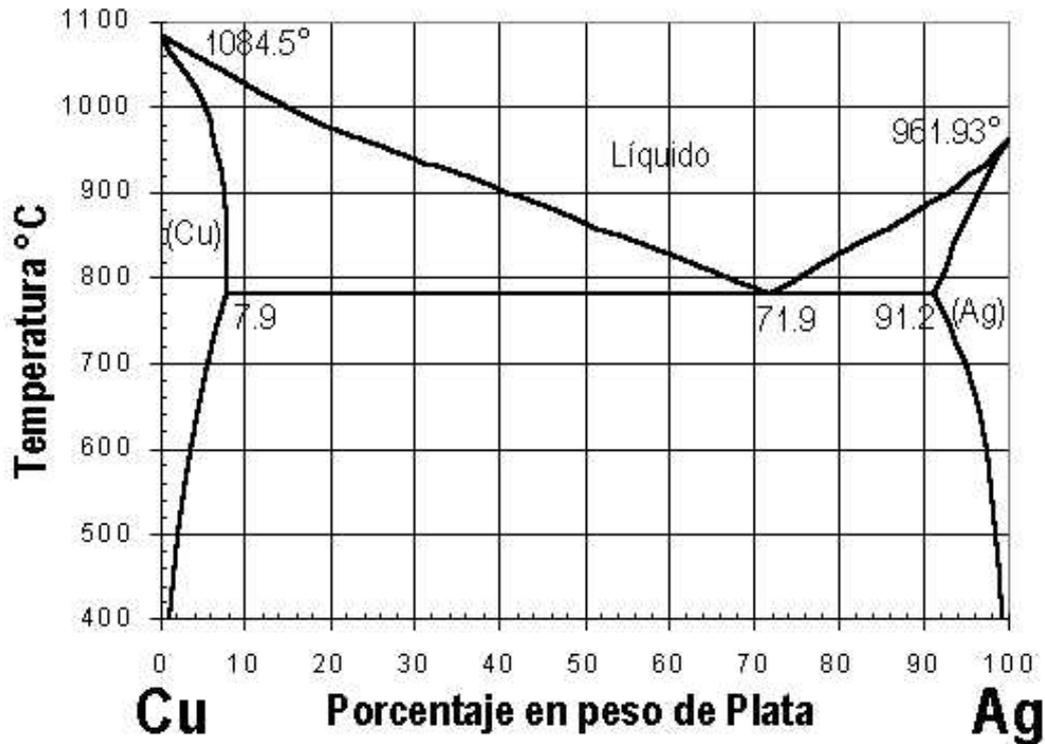
- Indica qué tipo de solubilidad tiene.
- Indica la temperatura de fusión y solidificación de los metales puros cobre y níquel
- Describe el proceso de enfriamiento desde 1.400 °C hasta la temperatura ambiente de una aleación con un 65 % de cobre, indicando las temperaturas más significativas.
- Determina la proporción de las fases presentes a 1.300 °C en una aleación con un 45 % de níquel.





### Problema N° 6

Sobre el diagrama de fases Cu-Ag, representado en la figura siguiente, determinar:

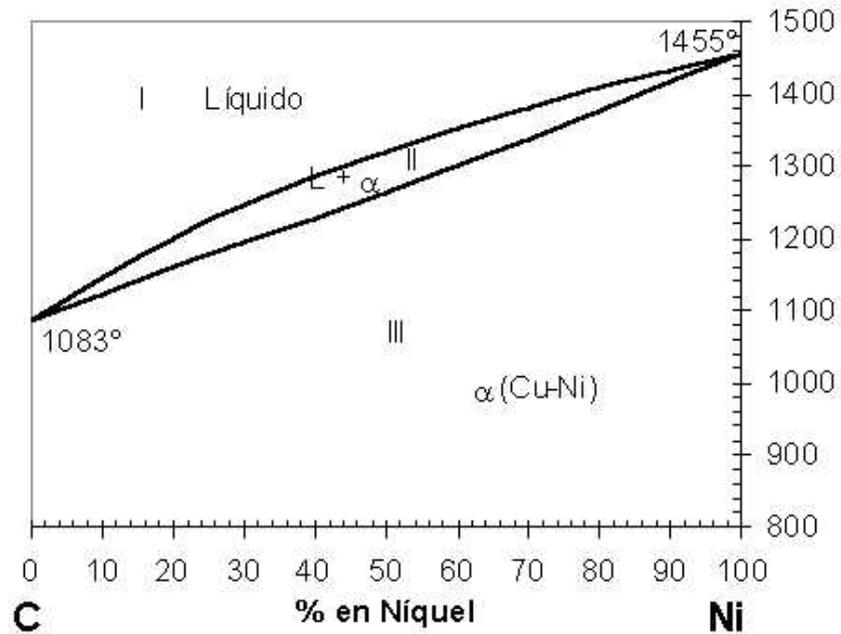


- El rango de aleaciones que sufrirán total o parcialmente, la transformación eutéctica.
- Para una aleación con el 30% de Ag, calcule las composiciones y proporción de fases presentes a 900°C y a 500°C.
- Para esa misma aleación, represente gráficamente la estructura que presenta a 500°C.

### Problema N° 7

Con el diagrama de equilibrio Cu - Ni. Determinar para una aleación con el 40 % de Ni:

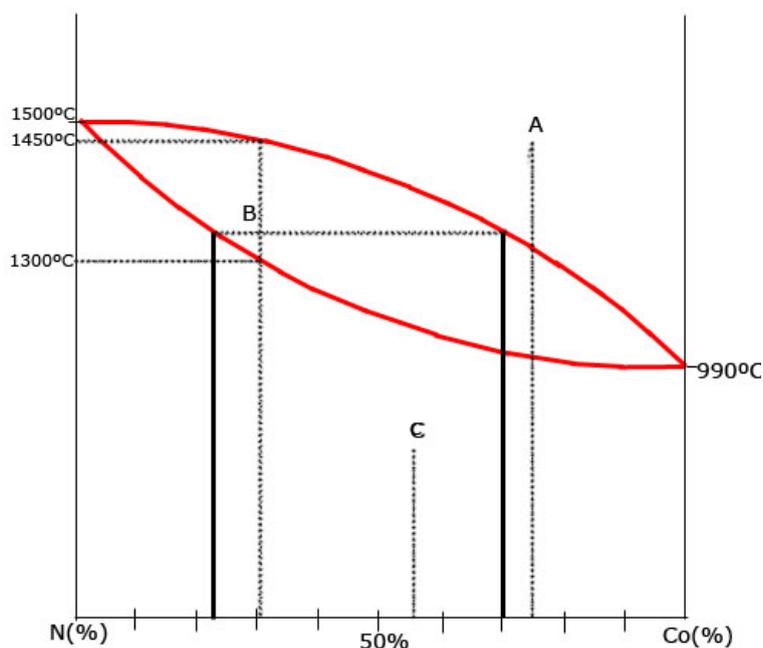
- Curva de enfriamiento, intervalo de solidificación, fases presentes en cada una de las regiones que atraviesa.
- Relación de fases y pesos de las mismas a 1250° C para una aleación de 600 kg.



### Problema N° 8

Observando el diagrama de equilibrio de fases de la aleación Ni-Cu adjunto

- Indica a qué tipo de aleación corresponde, desde el punto de vista de la solubilidad.
- Para cada punto A, B y C señalados sobre el diagrama, determina el número de fases, su composición y la cantidad relativa de cada una de ellas.
- Indica el rango de temperaturas entre los que se produce la solidificación de la aleación correspondiente a la concentración de cada uno de los puntos A, B y C.





## GUÍA DE TRABAJO N° 10

### TEMA: ALEACIONES NO FERREAS Cu - Zn

#### Propósito

Describir la clasificación, tratamiento térmico microestructura y propiedades generales de las aleaciones del cobre, y las ventajas y desventajas de las aleaciones que se usan en aplicaciones biomédicas

#### Objetivo:

- El objetivo de la presente práctica es poder comprender y visualizar cómo se hace el moldeo de arena, y todo lo que el proceso de manufactura conlleva. Con esto se hace referencia a que se buscará aprender cómo humedecer la arena y saber cuándo está lista. Además de conocer hasta qué punto se tiene que compactar, como colocar la pieza, y saber colocar los tubos de alimentación

#### INTRODUCCIÓN

El proceso de fundición en arena empieza con la elaboración del patrón. Un patrón es un modelo especialmente hecho de un componente que va a ser producido.

Se coloca arena alrededor del patrón para hacer un molde. Los moldes generalmente se elaboran en dos mitades de tal manera que el patrón pueda ser retirado fácilmente.

Cuando se vuelven a ensamblar las dos mitades, queda una cavidad dentro del molde con la forma del patrón. Los machos se hacen de arena y un aglomerante; deben ser lo suficientemente resistentes para insertarlos en un molde. Los machos dan forma a las superficies interiores de una pieza moldeada que no pueden ser formadas por la superficie de la cavidad del molde.

El fabricante de patrones entrega cajas de machos que son llenadas con arena especialmente aglomerada para producir machos con dimensiones precisas. Los machos se colocan en el molde y éste se cierra. A continuación, se vierte metal fundido en la cavidad del molde y se le deja solidificar dentro del espacio definido por el molde de arena y los machos.

#### Preparación de arena verde ideal para moldeo

- Arena (15 Kg)
- Bentonita (2% del peso total)
- Agua (5% del peso total)

#### Preparación de Arena Verde para El Proceso de Moldeo

#### CONTENIDO TEÓRICO:

¿Qué es un molde?



Se usan para moldear la mezcla de arena a la forma de la fundición.

**Clases de moldes y materiales.** hay moldes removibles y desechables: Removibles: La arena comprimida alrededor del modelo el cual se extrae más tarde de la arena y deja una cavidad que se alimenta con metal fundido para crear la fundición. Desechables: Son hechos de poliestireno y en vez de extraer el modelo de la arena, se vaporiza cuando el metal fundido es vaciado en el molde

### ¿Qué es un modelo?

Un molde es una pieza, o un conjunto de piezas acopladas, interiormente huecas, pero con los detalles e improntas exteriores del futuro sólido que se desea obtener. Clases de modelos y materiales.

1. Modelos para fundición en arena: Los modelos para fundición en arena serán los encargados de generar la cavidad en la arena para posteriormente fundir el metal en ella. El tamaño de los modelos debe contemplar los valores de contracción del metal fundido y los excesos de material para procesos de maquinados posteriores. La selección del material para el modelo dependerá de factores como: tamaño y forma de la fundición, precisión dimensional y la cantidad de ciclos que se quiera utilizar el modelo. En la siguiente tabla se aprecian características de diferentes materiales para ser usados como modelos.
2. Modelos de una sola pieza: También llamados modelos sólidos, tienen la misma forma que el producto y un extra de material para contrarrestar la contracción del material y los procesos de maquinados posteriores. Se utilizan para piezas simples y producción de bajas cantidades.
3. Modelos divididos: Son modelos en dos piezas donde cada una de las piezas forman cada una de las mitades de la cavidad. El plano donde se parten las piezas del modelo coincide con el plano de partición del molde usado para la fundición. Se obtienen formas más complejas, menores tiempos para el moldeo y mayores cantidades de producción.
4. FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA: El proceso de fundición "a la cera perdida" tiene sus orígenes en culturas milenarias que ya conocían sus ventajas y rendimiento debido al poco desperdicio de metal cuando se usa cera perdida. Este método ya era utilizado por los sumerios del valle del Tigris y el Éufrates, alrededor del año 3000 a.C.; posteriormente se extendió por el Oriente Medio y llegó a China alrededor del año 1500 a.C. Todas las grandes civilizaciones de la Antigüedad, Egipto, Grecia, Roma., se beneficiaron de sus excelencias y eficacia. El punto de partida es la pieza original realizada en cera. A partir de dicho modelo, se elabora un molde en cerámica en el que quedan impresos, con toda exactitud,



los rasgos de la pieza. Los pasos a seguir son los siguientes: Un molde, con la forma de la pieza a ejecutar, se rellena con cera líquida, al endurecerse la cera se obtiene una reproducción en este material del modelo

Es un compuesto resultante de la combinación del Sílice con el Oxígeno. Su composición química está formada por un átomo de sílice y dos átomos de Oxígeno, formando una molécula muy estable: Si O<sub>2</sub>.

Los usos industriales del sílice derivan de sus importantes propiedades físicas y químicas, destacándose especialmente su dureza, resistencia química, alto punto de fusión, piezoelectricidad, piroelectricidad y transparencia Clase de arena sílice: La sílice o también conocida como sílice es un material muy duro que se encuentra en casi todas las rocas, es un cristal común que se presenta naturalmente. La sílice es el componente principal de la arena, arenisca, cuarcita o granito. Éste se encuentra en la mayoría de los lechos rocosos y forma polvo durante el trabajo con minería, la formación de canteras, la construcción de túneles y la manipulación de muchos minerales metálicos.

Tipos de sílices:

**Existen varios tipos de sílice, entre los que se encuentran:**

Sílice precipitada: Es una forma sintética, blanca y amorfa de dióxido de silicio; con la misma composición química que la arena, SiO<sub>2</sub>. Sus características están determinadas por su distribución de tamaño de partícula, porosidad, superficie específica y pureza. Es un material sintético de múltiples aplicaciones, imprescindible en ámbitos tan dispares como los productos farmacéuticos o los neumáticos ecológicos.

Sílice fume: La sílice fume es un aditivo mineral amorfo, de gran finura, resultado de la reducción del cuarzo de alta pureza, con carbón de hulla y astillas de madera, en hornos de arco eléctrico durante la producción de silicio metal o ferro silicio. Debido a su extrema finura y a su alto contenido de sílice, se convierte en un material ecológico muy efectivo, el cual puede reaccionar con los productos de hidratación del cemento portland para formar materiales de cementación secundario durante el proceso de hidratación. En un cemento portland hidratado, el hidróxido de calcio, que no llega a reaccionar, es vulnerable a ataques químicos y a la percolación. En los concretos normales y proyectados que contienen sílice fume, el hidróxido de calcio es consumido a través de reacciones, resultando en un concreto con muy baja permeabilidad y absorción y un incremento en la resistencia al deterioro bajo condiciones agresivas. La sílice precipitada convencional está disponible en diferentes áreas superficiales. Los tipos de baja área superficial se procesan rápido y dan un buen refuerzo tensil al compuesto. Al incrementarse el área superficial se mejora la resistencia a la abrasión y al corte y la viscosidad aumenta.



Granulometría Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

[http://es.slideshare.net/erick\\_leonardo\\_amarillo/presentacin1pptx-procesos](http://es.slideshare.net/erick_leonardo_amarillo/presentacin1pptx-procesos)

Dimensión de la partícula elemental (mm)	Attemberg – (Sistema Internacional)	U.S. Dep. De Agricultura	Ex – U.R.S.S.
<0,001	Arcilla	Arcilla	Arcilla
<0,002			Limo fino
0,005	Limo	Limo	Limo medio
0,01			Limo grueso
0,02			
0,05	Arena fina	Arena muy fina	Arena fina
0,1			
0,25		Arena fina	Arena media
0,2			
0,5	Arena gruesa	Arena gruesa	
1,0		Arena muy gruesa	Arena gruesa
2,0			
3,0	Grava fina	Grava fina	
5,0			
10,0	Grava	Grava	Grava
20,0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	
>20,0			Grava gruesa y piedras

**Cuál es la densidad de la arena sílice**

Arena sílice presenta una temperatura de fusión del orden de 1713°C y su densidad varía entre 2,5 y 2,8 g/cm<sup>3</sup>

Densidad= Volumen= Peso=

**Cuál es la densidad de arena sílice para fundición:**

Malla (U.S Standard)	% Retenido
10	4.98
12	6.51
14	10.05
16	15.20
18	22.46
20	28.41
25	10.33



30	1.16
B	0.90

**Peso específico real: 2.53 gr/ml Densidad aparente: 1500 Kg/m<sup>3</sup> Solubilidad en HCL al 40% en 24 horas ≤ 0.5 Dureza en escala de MOHS = 7.2**

**Cuál es la densidad del agua:**

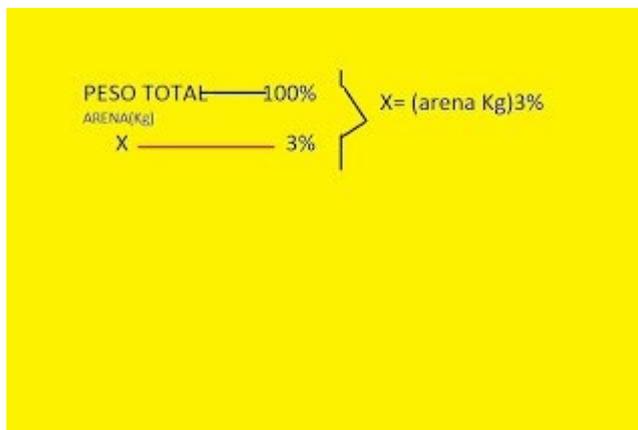
Agua. • Aditivos/Recubrimientos. - Refractoriedad. - Cohesión Aumento de la densidad: 0,6-0,75g/cm<sup>3</sup> a 1,6-1,8g/cm<sup>3</sup>

**Calcular el 5% de H<sub>2</sub>O, el 2% de bentonita, el peso total de la arena de moldeo es de 15 Kg**

**Arena= 15 Kg**

**H<sub>2</sub>O= 5 %**

**Bentonita= 3 %**



## Moldeado de un objeto en arena

### Objetivo

- Elaborar moldes de arena para colado de fundición de aluminio, mediante el uso de moldes de polietileno.

### Preguntas detonantes

- 1.- ¿Cuáles son las ventajas que ofrecen los moldes de arena (desechables) sobre los moldes permanentes?
- 2.- ¿Cuáles son las desventajas que presenta los moldes de arena (desechables) sobre los moldes permanentes?
- 3.- ¿Cuáles son las principales características y variables se deben tomar en cuenta antes de elegir usar un molde desechable o permanente para fundición?

### Fundamento teórico

Kalpajian y Schmidt (2008) mencionan que el proceso de fundición se divide de acuerdo al tipo de molde que se utilice, por lo que a continuación se describen los diferentes tipos:



**Fundición con molde desechable:** En ésta el molde donde se solidifica el metal debe ser destruido para remover la fundición. Estos moldes se hacen de arena, yeso o materiales similares que mantienen su forma, usando aglomerantes de varias clases.

**Fundición con molde permanente:** Fundición donde el molde puede utilizarse varias veces para producir fundiciones en cantidad. Estos moldes están hechos de un metal, o algunas veces de un refractario cerámico, que puede soportar las altas temperaturas de las operaciones de fundición.

**Fundición con molde compuesto:** Fabricados de dos o más materiales distintos, como arena, grafito y metal, combinando las ventajas de cada material. Se utilizan en varios procesos de fundición para mejorar la resistencia del molde, controlar la velocidad de enfriamiento y optimizar la economía general del proceso.

El método tradicional de vaciado de metales en moldes de arena ha sido utilizado durante milenios; a pesar de ello la fundición en arena sigue siendo la forma más prevaleciente de fundición

### **Procedimiento**

Preparar la arena, humedecerla con agua

### **Materiales utilizados:**

- 2 palas Se utilizaron para mover la arena
- Ceniza de madera o sílice Se usa para no pegar la arena comprimida al molde.
- 1 modelo de placas dividido Se utilizó para crear la figura de lo que se quería formar.
- 2 cajas de moldeo Se utilizaron como contenedor para detener la arena comprimida a caerse o desbaratarse.
- 2 rociadores (atomizadores) Se utilizaron para humedecer la arena.
- 2 prensas Se utilizaron para unir las cajas de moldeo, para así evitar espacios huecos en el molde.
- 2 tubos PVC o palos de escoba de 15 cm Se utilizarán para crear la fuente de alimentación al molde.
- 2 pisones Se utilizaron para comprimir la arena
- 1 barra de metal Se utilizó para eliminar el exceso del molde



 <p>myfordboy.blogspot.com</p>	 <p>myfordboy.blogspot.com</p> <p>Holds shape, does not stick to hands.</p>
<p>Arena de fundición</p>	<p>Arena preparada con agua y obtener hasta que este compacta</p>
 <p>myfordboy.blogspot.com</p> <p>The pattern is dusted with talc.</p>	 <p>myfordboy.blogspot.com</p>
<p>Preparando el objeto o modelo a fundirse</p>	<p>Colocando el objeto en la caja de moldeo</p>
 <p>myfordboy.blogspot.com</p>	 <p>myfordboy.blogspot.com</p>
<p>Se agrega la arena sobre el objeto a moldearse</p>	<p>Se apisona la arena con cuidado hasta que quede compacta</p>
 <p>myfordboy.blogspot.com</p>	 <p>myfordboy.blogspot.com</p>
<p>Con una regla se nivela hasta el tope de la caja de moldeo</p>	<p>Se vierte y la mitad del objeto a fundirse esta listo para acoplar con su otra mitad</p>



	
Se le agrega talco o ceniza de madera o silice en polvo	Si coloca la otra mitad del objeto
	
Se coloca la otra parte de la caja	Se coloca un seguro a la caja de moldeo en sus bordes para que no se tenga que moverse
	
Se coloca el sistema de alimentación	Nuevamente se vuelve a agregar la arena
	
Se nivela la arena para que este bien compactada	Luego se va retirar el objeto original para hacer secar el molde



	
Con unos golpes cuidadosamente se va retirar	Completamente lista para su secado
	
La segunda parte también lista para su secado	Colocando el macho para la colada

Después de haber realizado el moldeado se deja secando por un día o dos hasta que se seque y seguir con el método de colada.

La fundición de la aleación del aluminio con el estaño.

### CUESTIONARIO

- ¿Cuáles deben ser las propiedades deseables de un buen molde de arena?
- ¿Qué es un molde de fundición?
- ¿Cuáles son las consideraciones que se deben tomar en cuenta para la elaboración de un modelo para fundición?



## GUÍA DE TRABAJO N° 11

### TEMA: ALEACIONES NO FERREAS Al - Zn

#### Propósito:

Describir la clasificación, tratamiento térmico microestructura y propiedades generales de las aleaciones del aluminio

#### Objetivo

- Conocer las normas de seguridad que se deben tener en cuenta al realizar procedimientos de fundición
- Encontrar la importancia de la fundición como proceso de manufactura en la industria.
- Identificar cada uno de los pasos para llevar a cabo una fundición.

#### Introducción

##### SEGURIDAD PARA LA PRÁCTICA

Para evitar lesiones y/o fallas en la maquinaria e implementos de apoyo, causados durante la realización de la práctica, es necesario que los estudiantes al momento de realizarla tengan en cuenta:

- ❖ Es importante portar los elementos de seguridad necesarios: guantes de asbesto o carnaza largos para proteger los brazos, overol, gafas de seguridad, careta, botas de seguridad y peto.
- ❖ Riesgos relacionados con el manejo del horno eléctrico: Utilizar los elementos de protección para temperatura, evitar cualquier contacto con los terminales eléctricos de las resistencias del horno o cualquiera de sus partes. Durante el proceso de fundición del metal mantener el crisol en una posición estable para evitar derramar metal sobre las resistencias del horno

#### TIPOS DE HORNOS

Los hornos que se usan para fundir metales y sus aleaciones varían mucho en capacidad y diseño. Varían desde los pequeños hornos de crisol que contienen unos pocos kilogramos de metal a hornos de hogar abierto de hasta varios centenares de toneladas de capacidad del horno. El tipo de horno usado para un proceso de fundición queda determinado por los siguientes factores:

- Necesidades de fundir la aleación tan rápidamente como sea posible y elevarla a la temperatura de vaciado requerida. (Ahorro de energía y de tiempo)
- La necesidad de mantener tanto la pureza de la carga, como precisión de su composición. (Control de calidad)
- Producción requerida del horno. (Productividad y economía)
- El costo de operación del horno. (Productividad y economía)
- Interacción entre la carga el combustible y los productos de la combustión. (Eficiencia):



- ♣ La carga se encuentra entre el combustible y los productos de la combustión. (Hornos cubilote).
- ♣ La carga está aislada del combustible, pero en contacto con los productos de la combustión. (Horno hogar abierto para la fabricación de acero).
- ♣ La carga está aislada tanto del combustible como de los productos de la combustión. (hornos de crisol calentado por combustión de gas, carbón pulverizado o petróleo)

### Hornos de crisol

Los hornos de crisol trabajan por combustión de un elemento como el gas el cual calienta el crisol que contiene el material a fundir. También puede ser calentado usando energía eléctrica: horno de inducción. El crisol se apoya sobre la peana que está hecha también en material refractario y le da la posición necesaria con respecto a la salida del gas. Para lograr concentrar el calor alrededor del crisol este esté contenido entre unas paredes refractarias que generan una cavidad para el flujo de los gases de combustión. Existen hornos con crisol móvil o con crisol fijo. La diferencia entre estos es que el crisol móvil al fundir el metal se levanta y sirve como cuchara de colada. Los hornos de crisol fijo se deben cucharear para realizar la fundición.

### PROCEDIMIENTO

#### MÉTODO POR COLADA

Después de haber preparado el objeto a fundirse por el método de moldeado y que haya secado por un tiempo se une los moldes y se prepara para verter el metal; seguir los siguientes pasos:

	
Se calienta el horno para colocar luego el crisol con la materia prima aluminio y estaño	Horno con la llama encendida



Material is scrap alloy wheels.



Introduciendo el crisol después de haber calentado el horno

Cerrar el horno hasta que se funda la materia prima



Dross is removed.

Metal fundido ahora se procede a retirar la escoria

Retirando la escoria



Sodium Carbonate

Sodium Carbonate wrapped in foil.

Agregando carbonato de sodio como fundente



Drossing flux.

También se le agrega el flujo de escoria con el fin de disminuir la escoria y sea más fluido



Con el Pirómetro se controla la temperatura



Se retira del horno para realizar el método por colada



	
<p>Se realiza el método por colada a los objetos moldeados</p>	<p>Se empieza a retirar la arena para observar de que forma queda el objeto moldeado</p>
	
<p>Se retira completamente la arena de todo alrededor del objeto</p>	<p>Objeto moldeado ahora falta retirar el macho de arcilla refractaria</p>
	
<p>Objeto terminado ahora falta cortar el sistema de alimentación</p>	<p>Cortando</p>



Objeto terminado



Se puede realizar una serie de objetos y poder moldearlos para colar por este método

## Vertido de metal



### CUESTIONARIO

1. ¿Señale las aleaciones de aluminio?
2. ¿Señale las aleaciones del cobre?
3. ¿Qué es molde permanente?
4. ¿Qué es molde de cera perdida?

### BIBLIOGRAFÍA

1. Blanco, Oswaldo. Procesos de Fabricación. Conceptos Básicos.
2. Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven. "Manufactura, Ingeniería y Tecnología". Prentice Hall. 2002.
3. Datsko, Joseph. "Materials Properties and Manufacturing Processes". John Wiley.
4. Groover, Mikell. "Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, Procesos y Sistemas" Prentice Hall.
5. Doyle, Keyser y otros. "Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros. Prentice Hall. 1988



## GUÍA DE TRABAJO N° 12

### TEMA: DIAGRAMA DE FASE CLASIFICACIÓN DEL HIERRO CARBONO

#### Propósito

Aprenderá a señalar cuatro tipos diferentes de acero y explicar las diferentes composiciones, propiedades características y usos más comunes de cada uno

#### Objetivo

- ❖ Describir la fabricación del acero y el procesamiento de componentes de ese material. Distinguir entre acero al carbono simple, el acero aleado, hierro fundido y acero inoxidable

#### Introducción

En el diagrama de equilibrio o de fases Fe-C, se representan las transformaciones que sufren los aceros al carbono con la temperatura, admitiendo que el calentamiento (o enfriamiento) de la mezcla se realiza muy lentamente de modo que los procesos de difusión (homogeneización) tienen tiempo para completarse.

Uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil, más adaptable y más ampliamente usado es el ACERO. A un precio relativamente bajo, el acero combina la resistencia y la posibilidad de ser trabajado, lo que se presta para fabricaciones mediante muchos métodos. Además, sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo a las necesidades específicas mediante tratamientos con calor, trabajo mecánico, o mediante aleaciones. Los materiales No Ferrosos son: aluminio, magnesio, zinc, cobre, plomo y otros elementos metálicos. Las aleaciones como el latón y el bronce, son una combinación de algunos de estos metales y se les denomina aleaciones No ferrosas.

El acero es básicamente una aleación o combinación de hierro y carbono (intervalo de carbono de 0,08% – 1,76%), las aleaciones en cambio poseen una concentración de carbono mayor a 1,76% lo que permite crear fundiciones que en oposición al acero son quebradizas y no es posible forjarlas, sino que deben ser moldeadas.

#### Diagrama Hierro – Carbono (Fe-C)

Para el estudio de las estructuras de los aceros industriales se necesita, en primer lugar, conocer y manejar con soltura el diagrama hierro-carbono, que se muestra en la Figura 5.1. Esta figura representa en realidad dos diagramas, el metaestable hierro-carbono y el diagrama estable hierro-grafito. La cementita no es una fase estable, aunque dada la lentitud de su transformación, el diagrama metaestable es el que tiene un mayor interés práctico para el estudio de los aceros. El diagrama estable hierro-grafito solo tiene interés en el estudio de las fundiciones al silicio. [14]



En el diagrama de fase de Hierro – Carbono se observan las formas alotrópicas del hierro sólido, BCC y FCC, a distintas temperaturas:

**Hierro alfa (α):** Su estructura cristalina es BCC con una distancia interatómica de 2.86 Å. Su temperatura va desde 0°- 910°C, es relativamente blanda, prácticamente no disuelve en carbono.

**Hierro gamma (γ):** También conocida como **Austenita**. Se presenta de 723 °C a 1492 °C. Cristaliza en la estructura cristalina FCC con mayor volumen que la estructura hierro alfa. Disuelve fácilmente en carbono (más deformable que la ferrita).

Sus propiedades mecánicas dependen del contenido de carbono, pero podríamos dar como valores medios representativos: Una dureza de 300HB, una carga de rotura de 900MPa a 1100 MPa y alargamientos comprendidos entre 30 y 60%. [14]

**Hierro delta (δ):** Está localizada desde 1400 °C y presenta una reducción en la distancia interatómica que la hace retornar a una estructura cristalina BCC. Su máxima solubilidad de carbono es 0.08% a 1492 °C. No posee una importancia industrial relevante. A partir de 1539 °C se inicia la fusión del Hierro puro.

Tomando como base el diagrama meta estable hierro-carbono, se denominan aceros a las aleaciones binarias con contenidos en carbono menor que 1,76%, mientras que las fundiciones de hierro tienen contenidos en carbono superiores a 1,76% (hasta aproximadamente 6,67%). Este diagrama muestra con claridad el comportamiento fuertemente gammáge no del carbono: la adición de carbono al hierro **γ** aumenta el dominio térmico de estabilidad de la austenita. Así, por ejemplo, la temperatura de transformación del hierro **γ** en hierro **α** aumenta hasta 1492 °C para un contenido en carbono del 0.18% (punto peritético del diagrama), mientras que la de la transformación de la austenita en ferrita disminuye hasta 723°C para la aleación con 0.89% de carbono. El diagrama metaestable hierro-carbono muestra tres puntos invariantes característicos:

- **Punto peritético**(1492°C): Fase líquida (0.4%C) + Fe δ (0.08%C) — Fe γ (0.18% C)
- **Punto eutéctico**(1130°C): Fase líquida (4.3%C) – Austenita(1,76%C) +Fe<sub>3</sub>C (6.67%C)
- **Punto eutectoide**(723°C): Austenita (0.89%C)→ Ferrita (0.025%C) + Fe<sub>3</sub>C (6.67%C)

Las líneas que delimitan las diferentes regiones del diagrama hierro-carbono identifican las situaciones en las que tienen lugar cambios estructurales: Las temperaturas de transformación se denominan temperaturas críticas, existiendo así tres temperaturas de especial interés: A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> Y A<sub>cm</sub>. Las temperaturas A<sub>1</sub> y A<sub>3</sub> son las que respectivamente representan el inicio y el final de la transformación de la austenita desde el dominio donde están presentes las fases ferrita y cementita, mientras que se llama temperatura A<sub>cm</sub> a aquella que separa el dominio de estabilidad de la austenita de la zona bifásica austenita + cementita. Dado que estas transformaciones no ocurren exactamente a la misma temperatura al calentar y al enfriar, se denotan a veces como



Ar o Ac para describir la transformación en el enfriamiento o en el calentamiento respectivamente. [14]

## Clasificación de los aceros

Existe una gran variedad en la forma de identificar y clasificar a los aceros. Sin embargo, la mayoría de los aceros utilizados industrialmente presentan una designación normalizada expresada por medio de cifras, letras y signos. Hay dos tipos de designaciones para cada tipo de material, una simbólica y otra numérica.

La designación simbólica expresa normalmente las características físicas, químicas o tecnológicas del material y, en muchos casos, otras características suplementarias que permitan su identificación de una forma más precisa.

Por otro lado, la designación numérica expresa una codificación alfanumérica que tiene un sentido de orden o de clasificación de elementos en grupos para facilitar su identificación. En este caso, la designación no tiene un sentido descriptivo de características del material.

En general, cuando se acomete el tema de hacer una clasificación de los aceros, ésta dará resultados diferentes según el enfoque que se siga. Así, se puede realizar una clasificación según la composición química de los aceros, o bien, según su calidad. También se pueden clasificar los aceros atendiendo al uso a que estén destinados, o si se quiere, atendiendo al grado de soldabilidad que presenten.

La alta variedad de aceros ha hecho surgir una alta gama de normatividad que puede cambiar de un país a otro algunas de estas son:

- **ANSI** – (American National Standards Institute)
- **ACI** – (American National Standards Institute)
- **AWS** – (American Welding Society)
- **ASME** – (American Society of Mechanical Engineers)
- **CENIM** – (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas)

### La norma AISI-SAE

AISI es el acrónimo en inglés de American Iron and Steel Institute (Instituto americano del hierro y el acero), mientras que SAE es el acrónimo en inglés de Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotores) esta utiliza un esquema general para realizar la clasificación de los aceros de 4 dígitos (Y Z XX).

También pueden incluir un prefijo mediante letras para indicar el tipo de proceso de manufactura.

XX: Nos indica el porcentaje (%) contenido de carbono multiplicado por 100

Z: Para aceros de aleación simple indica el porcentaje aproximado del elemento predominante de aleación.



Y: Nos indica el tipo de acero o de la aleación (Figura 5.12) y Puede tomar valores de 1 a 8 para designar tipo de aceros o aleación a continuación veremos según el número que significa.

**Y=1:** aceros al Carbono (corriente u ordinario);

**Y=2:** aceros al Níquel;

**Y=3:** aceros al Níquel-Cromo;

**Y=4:** aceros al Molibdeno, Cr-Mo, Ni-Mo, Ni-Cr-Mo;

**Y=5:** aceros al Cromo;

**Y=6:** aceros al Cromo-Vanadio;

**Y=7:** esta numeración indica que son aceros resistentes al calor, pero estos no se fabrican habitualmente.

**Y=8:** al Ni-Cr-Mo;



Figura 5.12 Esquema General Clasificación aceros. [7]

### Ejemplos de aplicación para la correcta interpretación de la norma AISI- SAE.

Designar los siguientes tipos de aceros.

#### ▪ AISI 1020:

**1:** Para indicar que se trata de un acero corriente u ordinario Como se representa en la Figura 5.13.

**20:** Contenido máximo de carbono del 0.20%C.

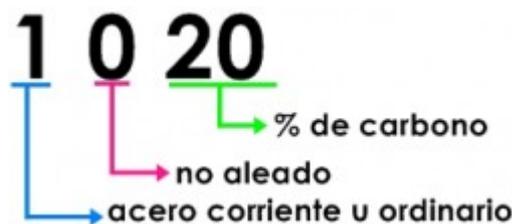


Figura 5.13 Ejemplo de esquema para un acero 1020. [7]

#### ▪ AISI 1045:

**1:** acero corriente u ordinario.

**0:** no aleado.

**45** 0.45 %C.

#### ▪ AISI 3215: En la Figura 5.14 podemos apreciar un ejemplo.

**3:** acero al Níquel-Cromo;

**2:** contenido del 1.6% de Ni, 1.5% de Cr.



15: contenido del 0.15% de carbono (C).



Figura 5.14 Ejemplo de esquema para un acero 3215. [8]

En la Tabla 5.1 podemos encontrar una completa comparación entre las normas AISI, SAE y UNS para la clasificación de aceros con aleantes, no obstante, la composición de los aceros no es exacta, sino que existe un rango de tolerancia aceptable en referencia a los valores indicados en normas o catálogo.

Designación		TIPOS DE ACEROS
AISI - SAE	UNS	
10XX	G10XXX	Aceros al Carbono comunes
11XX	G11XXX	Aceros maquinables, con alto S
12XX	G12XXX	Aceros maquinables, con alto Py S
13XX	G13XXX	Aceros al Manganeso, con 1,75 % Mn
15XX	G15XXX	Aceros al Manganeso, con Mn sobre 1%
40XX	G40XXX	Aceros al Molibdeno, con 0,25% Mo
41XX	G41XXX	Aceros al Cromo-Molibdeno, con 0,40 a 1,1% Cr y 0,08 a 0,35% Mo
43XX	G43XXX	Aceros al Ni-Cr-Mo, con 1,65 a 2% Ni, 0,4 a 0,9% Cr y 0,2 a 0,3% Mo
46XX	G46XXX	Aceros Ni-Mo, con 0,7 a 2% Ni y 0,15 a 0,3% Mo
47XX	G47XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 1,05% Ni, 0,45% Cr y 0,2% Mo
48XX	G48XXX	Aceros Ni-Mo, con 3,25 a 3,25% Ni y 0,2 a 0,3% Mo
51XX	G51XXX	Aceros al Cromo, con 0,7 a 1,1% Cr
E51100	G51986	Aceros al Cromo (horno eléctrico), con 1,0% Cr
E52100	G52986	Aceros al Cromo (horno eléctrico), con 1,45% Cr
61XX	G61XXX	Aceros Cr-V, con 0,6 a 0,95% Cr y 0,1 a 0,15% V mínimo
86XX	G86XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,55% Ni, 0,5% Cr y 0,2% Mo
87XX	G87XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,55% Ni, 0,5% Cr y 0,25% Mo
88XX	G88XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,55% Ni, 0,5% Cr y 0,3 a 0,4% Mo
9260	G92XXX	Aceros al Silicio, con 1,8 a 2,2% Si
50BXX	G50XXX	Aceros al Cr, con 0,2 a 0,6% Cr y 0,0005 a 0,003% boro
51B60	G51601	Aceros al Cr, con 0,8% Cr y 0,0005 a 0,003% boro
81B45	G81B51	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,3% Ni, 0,45 de Cr, 0,12% Mo y 0,0005 a 0,003% B
94BXX	G94XXX	Aceros Ni-Cr-Mo, con 0,45% Ni, 0,4 de Cr, 0,12% Mo y 0,0005 a 0,003% B

Tabla 5.1 Clasificación de los aceros según diferentes tipos de normas [11]

Viendo la gran variedad de aceros que existen en la industria las normas se vieron obligadas a crear nuevas formas de designar los aceros que iban sufriendo para dar una correcta información tanto de su composición química como el uso o la forma como



debe ser tratada es así como en la Tabla 5.2 se pueden observar la designación o símbolo para cada tipo acero rápido según su aplicación.

Grupo	Símbolo	Descripción
Alta velocidad (rápidos)	T	Base Tugsteno (%W: 11.75-19)
Alta velocidad (rápidos)	M	Base Molibdeno (%Mo: 3.25-10.0)
Trabajo en caliente	H	Base Cr, W, Mo
Trabajo en frío	A	Media aleación, temple al aire
Trabajo en frío	D	Alto Cr, alto C (%Cr: 11.5-13.5)
Trabajo en frío	O	Templables al aceite
Resistencia al impacto	S	Medio carbono, al Si
Propósitos específicos	L	Baja aleación, medio-alto carbono
Propósitos específicos	F	Alto carbono, al W
Moldes	P	Baja aleación, bajo carbono
Templables al agua	W	Alto carbono

Tabla 5.2 Códigos para la designación de aceros rápidos según la norma AISI. [10]

**Los diferentes tipos de acero se pueden también clasificar de acuerdo a los elementos de aleación que producen distintos efectos en el acero:**

#### **Aceros al carbono**

Más del 90% de todos los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre. Entre los productos fabricados con aceros al carbono figuran máquinas, carrocerías de automóvil, la mayor parte de las estructuras de construcción de acero, cascos de buques, somieres y horquillas.

#### **Aceros aleados**

Estos aceros contienen una proporción determinada de vanadio, molibdeno y otros elementos, además de cantidades mayores de manganeso, silicio y cobre que los aceros al carbono normales. Estos aceros de aleación se pueden subclasificar en:

#### **Aceros estructurales**

Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores del 1 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia. Y el fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie. Es un material usado para la construcción de estructuras, de gran resistencia, producido a partir de materiales muy abundantes en la naturaleza. Entre sus ventajas está la gran resistencia a la tensión y compresión y el costo razonable.

A pesar de la susceptibilidad al fuego y a la intemperie es el material estructural más usado, por su abundancia, facilidad de ensamblaje y costo razonable.



La alta resistencia del acero por unidad de peso, permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, y edificios altos. Sus propiedades no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.

Es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico, hasta alcanzar esfuerzos considerables. Permite soportar grandes deformaciones sin falla, alcanzando altos esfuerzos en tensión, ayudando a que las fallas sean evidentes. Tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica) y de unirse fácilmente con otros miembros (en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura).

La resistencia del acero puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión (cargas pulsantes y alternativas).

### **Aceros para herramientas.**

En este grupo se incluyen todos los aceros que normalmente se emplean para la fabricación de útiles o herramientas destinados a modificar la forma, tamaño y dimensiones de los materiales por cortadura, por presión o por arranque de viruta. Son aquellos aceros de alta calidad que se emplean en herramientas para cortar y modelar metales y no-metales. Por lo tanto, son materiales empleados para cortar y construir herramientas tales como taladros, escariadores, fresas, terrajas y machos de roscar.

Los aceros de herramientas tienen generalmente un contenido en carbono superior a 0.30%, aunque a veces también se usan para la fabricación de ciertas herramientas, aceros de bajo contenido en carbono (0.1 a 0.30%).

La templabilidad de los aceros aumenta con el contenido en elementos de aleación, excepto en el caso del cobalto, el cual es único elemento que la hace disminuir. En el caso de los aceros de herramientas, el término tenacidad se refiere más a la capacidad de sufrir golpes sin rotura que a la facultad de absorber energía durante la deformación.

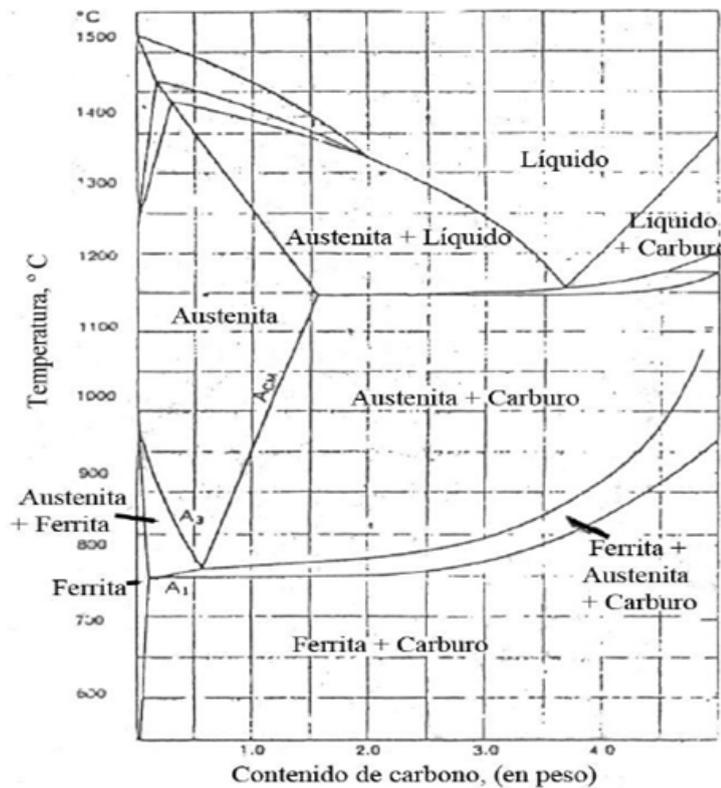
Los aceros de herramientas con contenidos en carbono medios y bajos, son los que presentan mejor tenacidad y constituyen el material utilizado en la fabricación de herramientas resistentes al choque.

El acero de herramienta que presenta mejor maquinabilidad tiene un índice aproximadamente igual al 30%, por lo tanto, como referencia para comparar la maquinabilidad de los distintos aceros de herramientas. La maquinabilidad y facilidad de trabajo de los aceros de herramientas disminuye al aumentar el contenido de carbono y elementos de aleados.

**Los aceros para herramientas se pueden clasificar como:**



- **Aceros al carbono:** Para la fabricación de herramientas para los usos más diversos, se emplean aceros sin elementos de aleación con porcentajes de carbono variables de 0.50 a 1.40%. Para herramientas que deban tener gran tenacidad como martillos y picas; se emplean medios contenidos en carbono 0.50 a 0.70%. Para herramientas de corte como brocas, cuchillas, y limas; calidades intermedias de 0.70 a 1%.
- **Aceros rápidos:** La característica fundamental de estos aceros es conservar su filo en caliente, pudiéndose trabajar con las herramientas casi al rojo (Temperatura = 600°C) sin disminuir su rendimiento. Algunas composiciones típicas de los aceros rápidos son: C = 0.75%, W = 18%, Cr = 4% y V = 1% ; otra C = 0.75%, W = 18%, Co = 4% y V = 1.25%.
- **Aceros indeformables:** reciben este nombre los aceros que en el temple no sufren casi deformaciones y con frecuencia después del temple y revenido quedan con dimensiones prácticamente idénticas a las que tenían antes del tratamiento. Esto se consigue empleando principalmente el cromo y el manganeso como elementos de aleación. Estos aceros templan con un simple enfriamiento al aire o en aceite. Composiciones típicas: C = 2% y Cr = 12%; C = 1% y Cr = 5% y otra C = 1% y Mn = 1%.
- **Aceros al corte no rápidos:** se agrupan varios aceros aleados, principalmente con cromo y wolframio, muy empleados para la fabricación de herramientas de corte que no deben trabajar en condiciones muy forzadas. Pueden considerarse como unas calidades intermedias entre los aceros rápidos y los aceros al carbono, y la mayoría de herramientas fabricadas con ellos suelen quedar con durezas comprendidas entre 60 y 66 Rockwell-C.



**Figura 5.15** Diagrama Fe-C alterado por 2% de Si. Se puede ver la alteración de las composiciones eutéctico y eutectoica, la solubilidad máxima del carbono en la austenita; así como también eleva las temperaturas de ambas reacciones y estas ocurren ahora dentro de un rango. [22]

png

## Fundiciones

Las fundiciones de hierro son aleaciones de hierro carbono del 2 al 5% (Figura 5.15), cantidades de silicio del 2 al 4%, del manganeso hasta 1%, bajo azufre y bajo fósforo. Se caracterizan por que se pueden vaciar del horno cubilote para obtener piezas de muy diferente tamaño y complejidad, pero no pueden ser sometidas a deformación plástica, no son dúctiles ni maleables y poco soldables, pero sí maquinables, relativamente duras y resistentes a la corrosión y al desgaste.

Las fundiciones tienen innumerables usos y sus ventajas más importantes son:

- Son más fáciles de maquinar que los aceros.
- Se pueden fabricar piezas de diferente tamaño y complejidad.
- En su fabricación no se necesitan equipos ni hornos muy costosos.
- Absorben las vibraciones mecánicas y actúan como auto lubricantes.
- Son resistentes al choque térmico, a la corrosión y de buena resistencia al desgaste.

Las fundiciones dependiendo del proceso de fabricación pueden seguir el camino Metaestable la fase rica en carbono del constituyente eutéctico en Cementita (Fe<sub>3</sub>C), mientras que cuando sigue el camino Estable el eutéctico es Austenita + Grafito.



De este modo se distinguen las fundiciones Blancas (Diagrama Metaestable), fundiciones Grises (Diagrama Estable) y fundiciones Atruchadas o Acoquilladas (Ambos diagramas, formándose en el curso de su solidificación tanto Cementita como Grafito).se puede clasificar como fundición gris y fundición blanca. Además de esta clasificación fundamental existen otros factores importantes al momento de clasificar las fundiciones, uno de ellos es la microestructura de la fase matriz, que puede ser ferrita, perlita, vainita, martensita o austenita, y en relación con las fundiciones grises, se tiene en cuenta la forma del grafito, existiendo laminares, esferoidales y de grafito compacto, estas formas de grafito se pueden observar en la Figura 5.16.

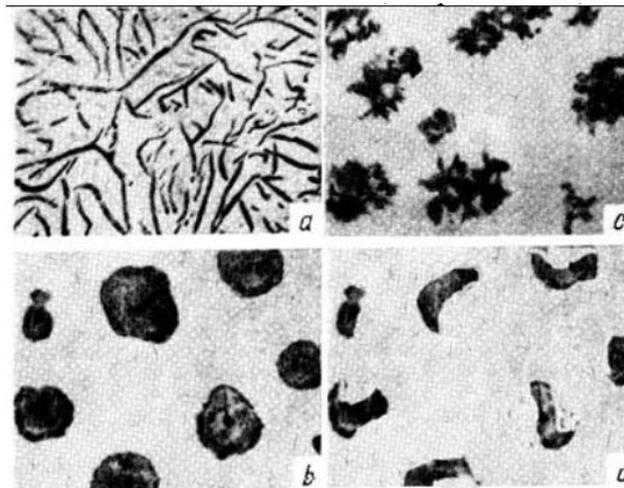


Figura 5.16 Distintos tipos de grafito. a) Laminar, b) Copos, c) Esferoidal, d) Vermicular.[22]

En la Figura 5.17 se esquematiza la obtención de las diferentes familias de fundiciones.

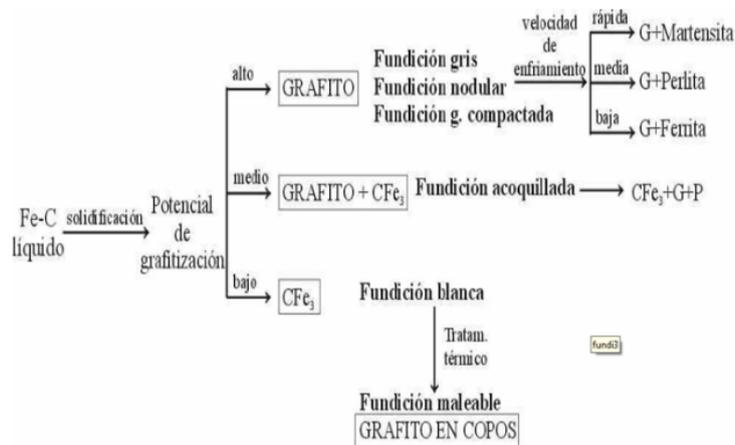


Figura 5.17. Esquema general de obtención de diferentes fundiciones. Para potenciales de grafitización altos y bajos, influyen principalmente la composición química; para potenciales medios, tiene mayor influencia la velocidad de enfriamiento. [22]

Al igual que los aceros las fundiciones se pueden clasificar como funciones eutécticas, cuando el contenido en carbono es del 4.3% en peso, fundiciones Hipoeutécticas cuando el contenido de carbono es menor y fundiciones Hipereutécticas cuando el contenido en carbono es mayor. Según el diagrama de

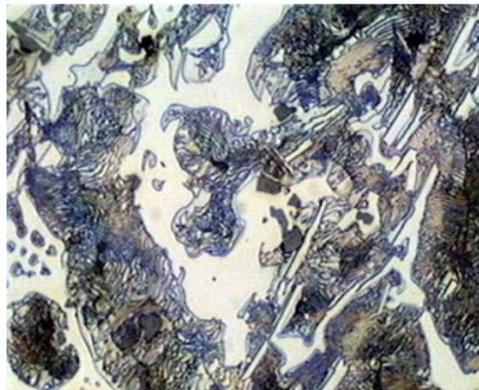


fases, las fundiciones funden a temperaturas considerablemente más baja que la de los aceros.

### **Fundición blanca**

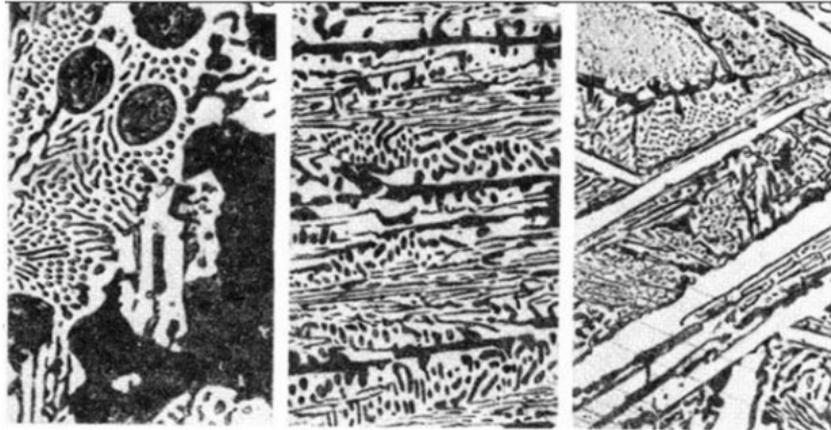
La fundición blanca son aleaciones de Hierro y Carbono las cuales terminan su solidificación a  $1130^{\circ}\text{C}$  con la siguiente transformación eutéctica:  $\text{Liq (4.3\%)} \rightarrow \text{Austenita (1.76\%)} + \text{Fe}_3\text{C (6.67\%)}$ , este agregado recibe el nombre de Ledeburita el cual es un constituyente muy frágil y duro. Por esta razón su mayor interés industrial radica en la composiciones **hipoeutécticas** (1.76% a 4.3% C). La microestructura se representa en la Figura 5.18 y 5.19. Esta se forma al enfriar rápidamente la fundición de hierro desde el estado líquido, durante el enfriamiento la austenita solidifica a partir de la aleación fundida en forma de dendritas. Se distinguen por que al fracturarse presenta un color blanco brillante.

La fundición blanca es la de menor uso industrial. En general no son maquinables y el acabado se realiza siempre por rectificado; es usada en casos en que la resistencia al desgaste es lo más importante y la aplicación a la cual está destinada no requiere buena ductilidad ni maleabilidad como es el caso de las camisas para mezcladoras de cemento, bolas de trituración para acería, camisas interiores de las hormigoneras. Generalmente la fundición blanca se obtiene como producto de partida para fabricar la fundición Maleable.



**Figura 5.18** Microestructura fundición blanca. Las áreas oscuras corresponden a perlita, las cuales son dendritas de austenita transformada en (perlita). La región blanca corresponde a una matriz de cementita.

11]



**Figura 5.19** Microestructura de fundiciones blancas. De izquierda a derecha respectivamente son: Hipoeutécticas, Eutéctica, Hipereutéctica.[22]

### **Ventajas**

- Tiene una gran dureza y elasticidad gracias a la gran cantidad de carburo de hierro que posee.
- Son las fundiciones que poseen la mayor resistencia al desgaste y a la abrasión.
- Favorece la formación de cementita y aumenta la dureza de la matriz.

### **Desventajas**

- Debido a su dureza son difíciles de mecanizar y su utilización en la industria es limitada.
- Son demasiado frágiles.
- Propiedades como: resiliencia, plasticidad, ductilidad y maleabilidad son muy bajas.

### **Fundición maleable**

Esta fundición apareció del afán de ablandar la fundición blanca y convertirla en un material tenaz.

La fundición maleable se obtiene a partir de la fundición blanca por calentamiento prolongado en atmósfera inerte (para prevenir la oxidación) a temperaturas entre 800 y 900 °C. Bajo estas condiciones la cementita se descompone para dar grafito en forma de racimos o rosetas dentro de la matriz ferrítica o perlítica de modo similar a la de la fundición esferoidal Figura 5.20.

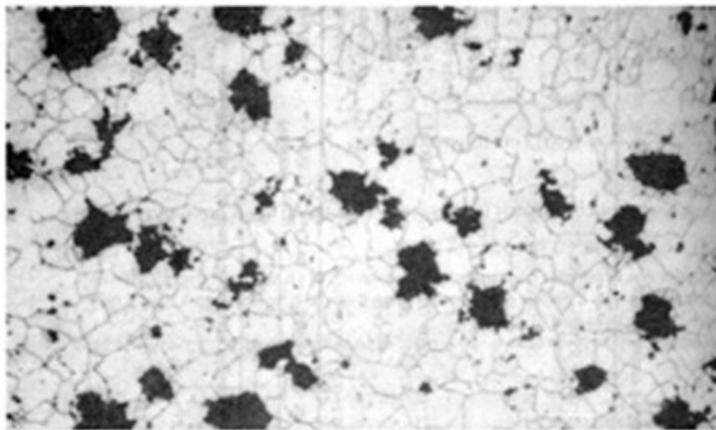
La fundición maleable se suele emplear en tubos de dirección y engranajes de transmisión, muelles tubulares y partes de válvulas, también se utiliza como accesorios para cañerías, transmisión y conducción de líquidos y gases, piezas pequeñas, o piezas de bajo espesor.

Existen dos procedimientos de fabricación -ambos procesos consisten en la fabricación de las piezas en fundición, seguido de proceso térmico denominado recocido- que dan lugar a:



**Fundición maleable europea o de corazón blanco** (Zona exterior descarburada y zona interior de ferrita y perlita). En el proceso de recocido la fundición blanca se descarbura por difusión de C por efecto de un oxidante mineral, quedando así un material muy tenaz y parecido aun acero de bajo carbono.

**Fundición maleable americana o de corazón negro** (Ferrita y copos de Grafito). En este procedimiento la pieza se rodea con materias neutras como arena, en este proceso la fundición blanca no se descarbura, en cambio durante el recocido el carbono precipita bajo la forma de copos de grafito dando lugar a una mayor tenacidad y resistencia con relación a los valores que representa la fundición gris, además de una elevada maquinabilidad.



**Figura 5.20** Microestructura fundición maleable. Microestructura fundición maleable (Grafito oscuro en forma de rosetas sobre una matriz de ferrita). [2]

Las fundiciones maleables encontraron su aplicación particular en la fabricación de piezas de forma complicada, en sustitución del acero moldeado. Con el tiempo fueron reemplazadas por las fundiciones nodulares, evitándose así el costo de los tratamientos de tiempos prolongados.

#### **Ventajas**

- Posee las características de una fundición gris como son la resistencia a la corrosión, el bajo precio, una buena dureza y una gran maquinabilidad.
- Al tener una estructura de colada que contiene partículas de grafito en forma de pequeños nódulos esferoidales en una matriz metal dúctil, la fundición nodular obtendrá una mayor resistencia y una mejor ductilidad respecto a la fundición gris.
- Es menos densa que el acero y la diferencia entre ambos puede llegar al 10%.

#### **Fundición gris**

Se llama así por el aspecto de su fractura, que es de color gris. Es aquella en la cual el carbono se encuentra en alto grado o en su totalidad en estado libre en forma de grafito laminar.



La fundición gris (a excepción de la blanca) se diferencia del acero debido que en su estructura hay inclusiones de grafito cuya cantidad, forma, tamaño y distribución varían dentro de unos límites muy amplios y da lugar a diferentes fundiciones grises. Estas fundiciones son un material compuesto de grafito, y de otro material matriz que frecuentemente está compuesto por un intermetálico cerámico (cementita), y otro material (ferrita) que es metálico. (29)

Las fundiciones grises hipo eutécticas tienen un contenido de Carbono entre 2.5% – 4.0% y 1% – 3% de Silicio. Los principales constituyentes de las fundiciones grises son ferrita, perlita, steadita y grafito. El grafito suele aparecer como hilos dentro de una matriz de ferrita o perlita, como se muestra en la figura 5.21 y, en la figura 5.22 se pueden identificar las diferentes clases de fundiciones grises.

Desde un punto de vista mecánico las fundiciones grises son frágiles y poco resistentes a la tracción, su resistencia y ductilidad a los esfuerzos de compresión son mayores.

El hierro gris es uno de los materiales ferrosos más empleados y su nombre se debe a la apariencia de su superficie al romperse.

Estas fundiciones amortiguan de forma óptima las vibraciones y en un mayor grado que los aceros, por lo que en sistemas de transmisión de potencia y mecanismos son muy utilizadas. A la temperatura de colada tienen mucha fluidez por lo que permite moldear piezas de formas complejas. Es además, uno de los materiales metálicos más baratos. Se utiliza en bloque de motores, tambores de freno, cilindros y pistones de motores.



Figura 5.21 **Microestructura fundición gris. Hilos de grafito sobre una matriz de ferrita [2]**

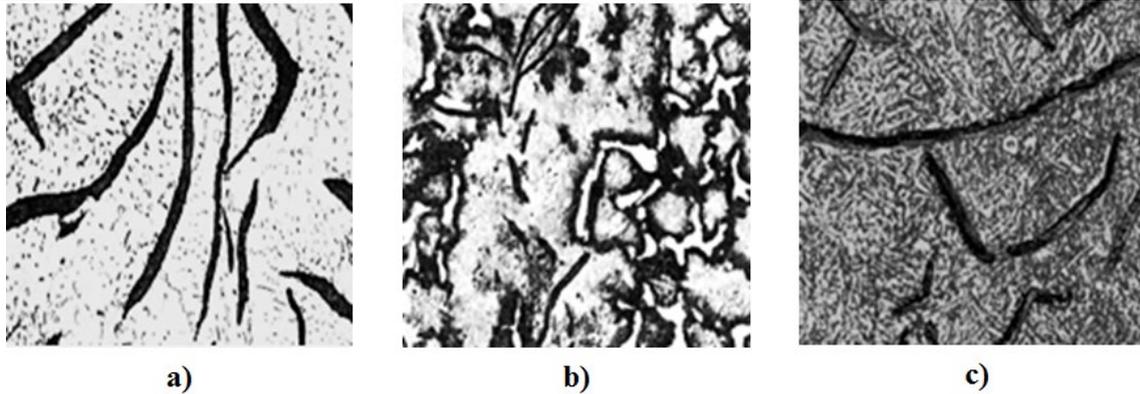


Figura 5.22 Microestructura de las clases de fundiciones grises:

- a) Matriz de perlita con cementita esferoidizada para trabajo a altas temperaturas,
- b) Gris aleada, y consta de grafito tipo A con carburos libres (zonas blancas),
- c) Templada y revenida, su microestructura consta de grafito en una matriz de martensita revenida.

La norma **ASTM A48** divide las fundiciones grises en diferentes clases en función de su resistencia mecánica (El número identificativo de cada clase expresa su resistencia a la tracción en ksi). Las tablas 5.5 muestra la composición química y la tabla 5.6 la resistencia a la tracción, resistencia a la compresión y módulo elástico de tracción.

Tipo de Hierro	% total de Carbono	% Silicio
Clase 20	3.40-3.60	2.30-2.50
Clase 30	3.10-3.30	2.10-2.30
Clase 40	2.95-3.30	1.70-2.00
Clase 50	2.70-3.00	1.70-2.00
Clase 60	2.50-2.85	1.90-2.10

Tabla 5.5 **Clasificación de la fundición gris por su composición. [ 21]**

ASTM A48	Resistencia Tracción	Resistencia Compresión	Dureza	Modulo Elástico
	Mpa	Mpa	HB	Gpa
20	152	572	156	66-97
25	179	669	174	79-102
30	214	752	210	90-113
35	252	855	212	100-119
40	293	965	235	110-138
50	362	1130	262	130-157
60	431	1293	302	141-162

Tabla 5.6 **Clasificación de las fundiciones grises. [21]**

### **Clasificación de las fundiciones grises**

Las fundiciones grises se pueden clasificar de varias formas, pero una de las más usuales es la clasificación por la estructura de la matriz:

- **Fundición gris perlítica**

Su estructura está formada de perlita con inclusiones de grafito (en la figura 5.23 a, el grafito se ve en forma de vetas pequeñas). Como se sabe, la perlita contiene un 0,8 % de C, por consiguiente, esta unidad de carbono se halla en la fundición perlítica gris en estado ligado (es decir, en forma de cementita). La cantidad restante se encuentra en estado libre, o sea, en forma de grafito. [ 29]

- **Fundición gris ferrítica**

En esta fundición la matriz es ferrita y todo el carbono que hay en la aleación está en forma de grafito (ver figura 5.23c). [ 29]

- **Fundición gris ferrito-perlítica**

La estructura de esta fundición está formada por ferrita y perlita e inclusiones de grafito. En esta fundición la cantidad de carbono ligado es menor que el 0,8 % de C (ver figura 5.23 b).[ 29]

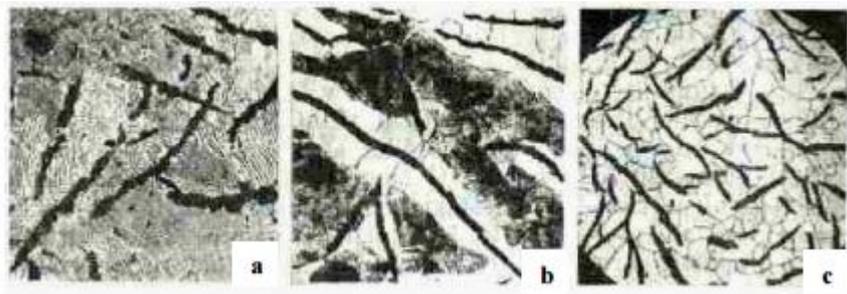


Figura 5.23 **Microestructura de la fundición gris:**

**a) Fundición perlítica, tomada a 200 aumentos;**

**b) Fundición ferrito – perlítica, tomada a 100 aumentos;**

**c) Fundición ferrítica, tomada a 100 aumento. [ 29]**

### **Ventajas**

- Las fundiciones son, en general, mucho más fáciles de mecanizar que los aceros. [ 29]
- Las piezas de fundiciones grises son, en general más baratas que las de acero (que es el material que más se utiliza en los talleres y fábricas de maquinaria, motores, instalaciones, etc). Su fabricación es también más sencilla por emplearse instalaciones menos costosas y realizarse la fusión a temperaturas relativamente poco elevadas y más bajas que aquellas correspondientes al acero. [ 29]



- En la solidificación presentan mucho menos contracción que los aceros y, además, su fabricación no exige como en los aceros, el empleo de refractarios relativamente especiales de precio elevado. [ 29]

#### **Desventajas**

- Tiene una baja resistencia a la tracción y ductilidad; por lo tanto, su resistencia al impacto es inexistente.
- No sufren deformaciones plásticas.
- Las discontinuidades en la matriz de las fundiciones grises disminuyen las propiedades de las piezas fundidas debido a que reducen la sección útil de las piezas moldeadas y disminuyen su resistencia. [ 29]

#### **Fundición nodular**

Este tipo de fundiciones se desarrolló para reducir el problema de fragilidad y baja resistencia de las fundiciones con grafito en forma laminar, transformando el grafito en forma de pequeñas esferas. Estos nódulos de grafito se obtienen adicionando Cerio o Manganesio (Nodulizantes o Floculantes) directamente en bruto de fusión (Estado Líquido) sin necesidad de tratamientos térmicos posteriores. [22]

Su microestructura está conformada por una matriz metálica y una cantidad del 10 al 15% de grafito en forma de esferas de este modo la continuidad de la matriz se interrumpe mucho menos que cuando se encuentra en forma laminar, provocando propiedades similares a los aceros como alta ductilidad, resistencia, bien maquinado y tenacidad mayor que en la fundición gris, además de ser menos dura que la fundición blanca. Algunas microestructuras se observan en la Figuras 5.24, 5.25 y 5.26. [23]

- **Ferríficas:** Posee maquinabilidad, ductilidad y límite elástico moderado.
- **Perlíficas:** Buen límite elástico y ductilidad, pero baja maquinabilidad, se pueden templar superficialmente.
- **Tratadas térmicamente:** Con tratamientos térmicos como normalizados, templados y revenidos o austemperadas, presentan alta resistencia a la tracción y alto límite elástico.

La fundición nodular presenta una mayor resistencia a la tracción que la fundición gris y se suele utilizar para la fabricación de válvulas y engranajes de alta resistencia, cuerpos de bomba, cigüeñales y pistones. Se diferencia de la maleable porque generalmente se obtiene como resultado de la solidificación y no requiere tratamiento térmico.

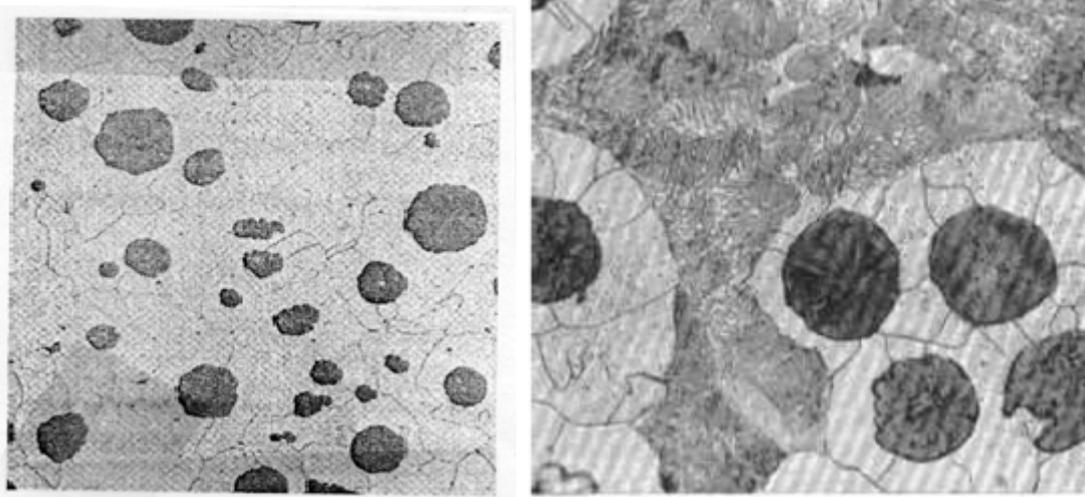


Figura 5.24 **Microestructura fundición nodular. Esferoides de grafito sobre una matriz de ferrita. [2]**

#### **Ventajas**

- Posee las características de una fundición gris como son la resistencia a la corrosión, el bajo precio, una buena dureza y una gran maquinabilidad.
- Al tener una estructura de colada que contiene partículas de grafito en forma de pequeños nódulos esferoidales en una matriz metal dúctil, la fundición nodular obtendrá una mayor resistencia y una mejor ductilidad respecto a la fundición gris.
- Es menos densa que el acero y la diferencia entre ambos puede llegar al 10%.

#### **Desventajas**

- Baja resistencia mecánica, baja dureza y plasticidad.
- Baja resistencia al impacto.
- Fragilidad a causa del grafito laminar.

#### **Otras fundiciones**

##### **Fundición grafito compacto**

Presenta propiedades intermedias entre la gris y la nodular; el grafito dentro de la matriz se presenta tanto en nódulos como en láminas en forma interconectada. En la figura 5.24 se puede ver una microestructura de una fundición grafito compacto.

Su resistencia a la tracción varía entre 40 y 85 Ksi y el límite elástico entre 30 y 60 Ksi con alargamientos entre 1 y 5%.

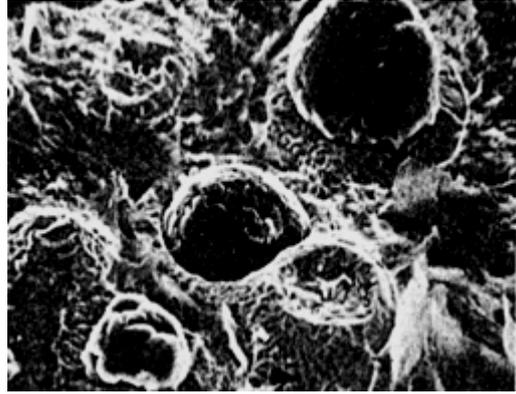


Figura 5.25 **Microestructura de una fundición grafito compacto. Fundición grafito compacto, las zonas oscuras corresponden a la gran presencia de grafito. [2]**

### **Fundiciones chilladas**

En fundiciones grises, nodulares y de grafito compacto, se pueden inducir durante la solidificación la formación de fundición blanca en la superficie de las piezas recibe el nombre de chill y la fundición recibe el nombre de **fundición chillada**.

### **Fundición moteada**

Una fundición que solidifique a velocidades intermedias entre blanca y gris contendrá en su estructura grafito y cementita y se denomina **fundición moteada o atruchada**.

### **Diferencias entre Los aceros y las fundiciones**

- La diferencia fundamental entre los aceros y las fundiciones de hierro, es que los aceros por su ductilidad son fácilmente deformables en caliente bien sea por forja, laminación o extrusión, mientras que las fundiciones se fabrican generalmente por moldeo. De hecho, al acero también se le ha venido conociendo como «*hierro forjable*» y a la fundición *hierro colado* en virtud de la técnica más favorable para trabajar el material.
- Las fundiciones de hierro son más resistentes a la corrosión y a los cambios súbitos de temperatura que los aceros.
- Las fundiciones presentan mayor porcentaje de carbono y por tanto son más duras y frágiles que los aceros.
- Los aceros son usados generalmente para la fabricación de piezas mecánicas, elementos de transmisión de potencia y herramientas de trabajo.
- Las fundiciones son usadas generalmente para la fabricación de piezas de gran tamaño como carcasas y bancadas.
- Las fundiciones poseen una maleabilidad y ductilidad casi nula comparada con los aceros que pueden ser sometidos a procesos de forjado y laminado.



## **CUESTIONARIO**

- 1.-¿Cuáles son los efectos del acero, dentro de su clasificación?
- 2.-¿Qué es la **la norma AISI-SAE?**
- 3.- ¿Cuáles son los aceros para herramientas?
- 4.- ¿Qué entiendes por fundición?
- 5.- ¿Qué es fundición Nodula?

## **BIBLIOGRAFÍA**

(1) William F. Smith, Javad Hashemi, PhD. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales, cuarta edición. ISBN: 970-10-5638-8.

[2] ASM Metals HandBook.

[3] Allauca Pancho Fabián Roberto. Tesis de grado influencia de microestructura sobre las propiedades mecánicas en varillas de acero. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador 2011.

[4] Marshalls etch + HF, 300x. Courtesy of A.O.Benscoter, Lehigh University

[5] A.O. Benscoter, Lehigh University.

[6] ASM Metals HandBook. Vol 3. Alloy Phase Diagram.



## GUÍA DE TRABAJO N° 13

### TEMA: CERÁMICA TIPOS APLICACIÓN

#### PROPÓSITO

Aprenderá a describir conceptos teóricos y prácticos sobre los defectos iónicos presentes en los compuestos cerámicos

#### OBJETIVO

- Definir y clasificar los materiales cerámicos, incluso los tradicionales y los de ingeniería.
- Describir diversas estructuras cristalinas de cerámicos

#### INTRODUCCIÓN

La utilización de la arcilla como material plástico que podía ser modelado, formado, secado y luego horneado al fuego para transformarse en cerámica se produjo hace unos cuantos miles de años. Las primeras obras cerámicas datan aproximadamente del año 12.000 a C y provenían de la cultura Jomon de Japón. Del mismo modo en nuestro país las culturas tempranas de Condorhuasi y Ciénaga (400 a C al 700 d C) crearon obras cerámicas relacionadas con funciones fundamentales de la cultura: utilitarias, simbólicas y estéticas. La disciplina cerámica se afirma, hemos dicho, en una larga tradición, y a través del tiempo ha ido variando no solamente las tecnologías, sino también ha ido reflejando en sus diversos tipos de realizaciones los cambios en los entornos socioculturales que les dan origen. Las producciones cerámicas contemporáneas se apoyan en la concepción de la cerámica como hacer ancestral, cuyo origen se remonta al de toda cultura y que se caracteriza por una marcada perspectiva dialógica entre el pasado y la actualidad.

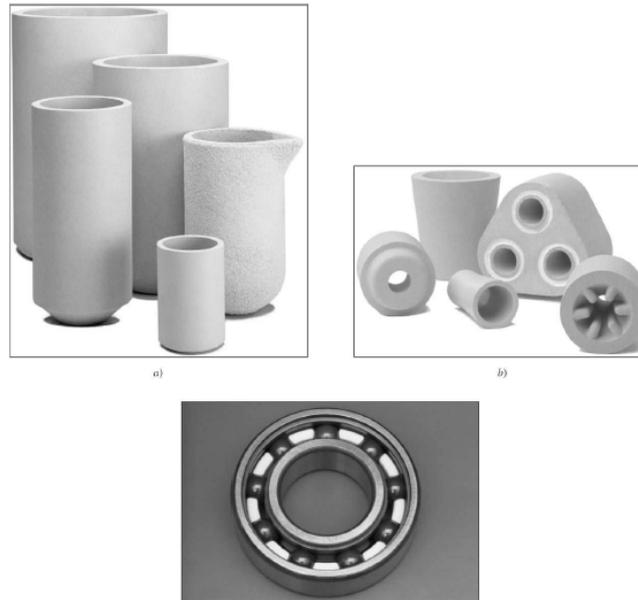
#### GENERALIDADES

Los **materiales cerámicos** son inorgánicos, materiales no metálicos que constan de elementos metálicos y no metálicos enlazados entre sí principalmente por enlaces iónicos y/o enlaces covalentes. La composición química de los materiales cerámicos varía considerablemente, desde los compuestos simples hasta mezclas de muchas fases complejas enlazadas.

Las propiedades de los materiales cerámicos varían también enormemente, debido a diferencias en el enlace. En general, los materiales cerámicos son típicamente duros y frágiles, con tenacidad y ductilidad bajas. Los cerámicos son generalmente buenos aislantes eléctricos y térmicos debido a la ausencia de electrones de conducción. En general, los materiales cerámicos tienen temperaturas de fusión relativamente altas y gran estabilidad química en muchos ambientes hostiles, gracias a la estabilidad de sus enlaces fuertes. Por estas propiedades, los materiales cerámicos son indispensables en muchos diseños de ingeniería. Dos ejemplos de la importancia



estratégica de los materiales cerámicos en la alta tecnología reciente se ilustran en la figura 11.1.



a) Crisoles de zircoa (dióxido de circonio) que se usan en la fundición de superaleaciones

b) Línea de productos zircoa de grano grueso incluyendo boquillas, toberas, bloques refractarios de quemador, placas reguladoras y discos.

[a) y b) *American Ceramic Bulletin*, septiembre de 2001. Fotografía cortesía de Zircon, Inc.]

c) Cojinetes y anillos de bolas Ceratec de alto desempeño elaborados con titanio y suministros de nitruro de carbono mediante una tecnología a base de metal pulverizado.



## PRÁCTICA N° 13

### Elaboración de un objeto cerámico usando arcilla roja

NRC:  
Asignatura : Ingeniería de Materiales  
Docente :  
Unidad:

Apellidos : .....  
Nombres : .....  
Fecha : ...../...../2020

INSTRUCCIONES: Leer detenidamente el proceso para elaborar un producto cerámico utilizando la arcilla roja

#### Materiales

- Arcilla roja un kilogramo en pasta (papilla) (masa)
- Tres estecas diferentes según figura.
- Una navaja.
- Una esponja
- Diseño de acuerdo a su carrera profesional, ejemplo Ing. Civil ladrillos para maquetas pequeñas, mecánicas brazos de un cargador frontal, pueden ser símbolos, esquineros en forma de una casa, etc.



Estecas de madera

#### Procedimiento

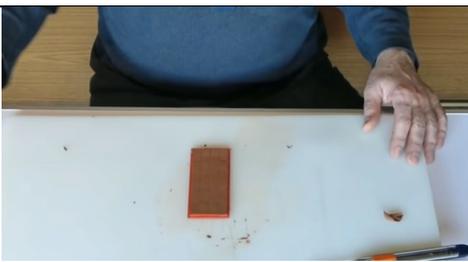
- 1.- Preparar la arcilla (mantener siempre en bolsa plástica para que no se pueda secar)
- 2.- Realizar la escultura según modelo.
- 3.- Pulir con la esponja y retirar arcilla sobrante para diseñar los detalles del modelo original
- 4.- Dejar secar por periodo de una semana para poder llevar a cocción.
- 5.- Pulir y lijar después de la cocción para luego decorar y armar el objeto de acuerdo a su diseño



	
<p>Amasado de la arcilla</p>	<p>Arcilla bien preparada sin burbujas en su interior</p>
	
<p>Método de placas usando un rodillo</p>	<p>Marcando con un rodillo tipo sello con gráficos en bajo relieve</p>
	
<p>Utilizando un plato de tecnophor como diseño</p>	<p>La arcilla sobre el plato de tecnophor</p>
	
<p>Otro modelo en forma de una fuente</p>	<p>Objetos en estado de secado hasta que este en estado de cuero</p>



	
Como hacer un aguila	Como hacer un oso
	
Una tortuga	Haciendo ladrillos para maquetas

	
Cortando la arcilla para formar los ladrillos	Cortando la arcilla del otro lado
	
Usando molde de plástico para hacer ladrillos homogéneos	Colocando el molde sobre la arcilla
	



Se aplasta con el rodillo para que este de un tamaño homogéneo	Ahora se deja para que seque
	
Ladrillos secos y se retira del molde	Ladrillos retirando del molde
	
Ladrillos para su cocción	Se puede hacer muros



Trabajos coccionados listos para su decorado

Las arcillas son, probablemente, los materiales geológicos más contradictorios desde el punto de vista de su utilidad en Ingeniería Civil. Son fuente inagotable de problemas de estabilidad en buen número de obras, pero constituyen por sí mismas un material de valiosas propiedades ingenieriles. Por otro lado, durante los últimos años, las arcillas han cobrado un interés especial en la medida que constituyen potenciales emplazamientos de repositorios de residuos nucleares de alta actividad o se considera su empleo en las barreras de ingeniería previstas para retardar o evitar la migración de radionucleidos y su interacción con la biosfera.

### Diferentes tipos de arcilla

1. **ARCILLA DE LADRILLOS.** Contiene muchas impurezas. ...



2. **ARCILLA** DE ALFARERO. Llamada también barro rojo y utilizada en alfarería y para modelar. ...
3. **ARCILLA** DE GRES. Es una **arcilla** con gran contenido de feldespato. ...
4. **ARCILLAS** "BALL CLAY" O DE BOLA. ...
5. CAOLIN. ...
6. **ARCILLA** REFRACTARIA. ...
7. BENTONITA

## 1. Arcilla verde

### ➤ **Composición:**

- Su color es debido a los óxidos de hierro ferroso y de magnesio.
- Es muy rica en oligoelementos. Según en el medio en que se encuentra varía la riqueza de sus elementos (agua del mar, agua de río).

### **Propiedades:**

- ❖ Antiséptica: destruye los agentes patógenos sin agredir los tejidos sanos lindantes.
- ❖ Cicatrizante: por su contenido en sílice, aluminio y zinc regenera los tejidos y suaviza las cicatrices.
- ❖ Absorbente: efecto drenador en infecciones purulentas, absorbe los edemas.
- ❖ Adsorción: ejerce una acción depurativa, una acción digestiva de adsorción de gases y toxinas.
- ❖ Sedante: Posee una acción calmante en dolores locales o generales de origen inflamatorio o traumático.
- ❖ Hemostático: actúa sobre el tiempo de coagulación.
- ❖ Remineralizante: transmite al organismo las sales minerales necesarias para su equilibrio biológico.
- ❖ Estimulante: las sales minerales pueden dar lugar a un aumento de la tensión arterial.
- ❖ Reequilibrante: aporta suficientes sales minerales para permitir al organismo recuperar las defensas naturales.
- ❖ Actúa como catalizador de las funciones vitales (por su riqueza en oligoelementos)
- ❖ Aplicada en una zona vital (hígado, riñón) tiene una acción profunda.

### **Aplicaciones**

Absceso, acné, furunculosis, quemaduras, queloides, eccema, psoriasis, herpes, sabañones, onicomicosis, estrías, celulitis, anemia, astenia, anginas, sinusitis, aftas, artralgia, artritis, artrosis, mialgia, dorsalgia, lumbalgia, ciática, osteoporosis, traumatismos y contusiones, espasmodia, tendinitis, gota, estreñimiento, diarrea,



esofagitis, úlcera gástrica y gastroduodenal, hernia de hiato, gastritis, aerofagia, litiasis biliar, hemorroides, gingivitis, hepatitis, migrañas, neuralgia del trigémino, amenorrea, dismenorrea, blenorragia, menopausia, inflamación urinaria, úlceras varicosas

En cosmética natural se usa en formulaciones para cabellos y pieles mixtas y grasas. Dermatitis. En mascarillas para pieles acneicas y para pieles fatigadas y envejecidas.

Se usa conjuntamente la vía interna y la tópica; en el resto de patologías sólo se usa la vía tópica. Ver, al final, ejemplos de formulación y tratamientos.

En Farmacia Serra Mandri disponemos de diferentes presentaciones de arcilla verde:

Por vía interna, recomendamos arcilla superfina y ultra ventilada.

Por vía externa, se puede usar, además de las anteriores, toda la gamma: granulada, en pasta, en cataplasmas, en trozos o en vendas.

## **2. Arcilla roja**

Procede de granos cósmicos y de polvos volcánicos.

### **Composición:**

De composición similar a la arcilla verde.

Su coloración se debe al oligisto o hematita, los óxidos de hierro y cobre.

### **Propiedades:**

Es más grasa y menos absorbente que la arcilla verde. Se usa vía externa.

### **Aplicaciones:**

Abscesos, acné, lactancia materna (parar la secreción), aftas, celulitis, contusiones, cuperosis, callos, eccema, furúnculos, dolores musculares, problemas hepáticos, herpes, edemas, pies fríos (problemas circulatorios), transpiración excesiva, prurito, psoriasis, senos dolorosos.

En cosmética natural se usa en cabellos y pieles mixtas, grasas y en cuperosis.

## **3. Arcilla blanca**

También llamada caolinita.

### **Composición:**

Por su estructura es comparable a la arcilla verde, pero es más pobre en cuanto a oligoelementos, no contiene fósforo ni cloro ni zinc. Es una arcilla lavada por las aguas de lluvia y de arrastre, de ahí su color.

### **Propiedades:**

Tiene un poder menos absorbente que la arcilla verde.

Tiene la particularidad de tener un pH ácido (pH 5 en lugar de pH 7 de la arcilla verde) lo que la hace más aceptable para ciertos organismos.



Por su poder cubriente se recomienda para la mucosa gastrointestinal.

Usada como cicatrizante, vía externa, por su contenido en aluminio. Es muy útil en preparaciones vía tópica, pero resulta pobre por vía interna. En todo caso, por vía interna, sólo se beberá el agua.

**Aplicaciones:**

Absceso, onicomicosis, psoriasis\*, alopecia, quemaduras, queloides, cloasma gravídico, cicatrices, cuperosis, eccema, seborrea, amenorrea\*, anemia\*, ansiedad\* anorexia\*, blefaritis, bronquitis, contractura muscular involuntaria\*, hidrartrosis, aerofagia\*, diarrea\*, parásitos intestinales\*, cistitis\*, hipertensión arterial, hipocalcemia\*, impétigo\*, lentigo, cuperosis, mialgias, piodermatitis, gingivorragia, estomatitis, boqueras, flemones.

Se usa en productos de belleza para cabellos y pieles secas, sensibles y como cicatrizante y antiarrugas, en uso externo, debido a su alto porcentaje de aluminio.

Propiedades: exfoliante, nutriente, relajante.

Uso conjunto de la vía externa e interna; en esta última se puede también usar la arcilla verde.

#### **4. Arcilla amarilla**

Se cree que se forma en terrenos bien drenados.

**Composición:**

Está formada por partículas muy finas compuestas de óxido de hierro férrico (xantosiderita), que contribuye a su coloración.

No contiene ni manganeso, ni zinc, ni aluminio, ni cloro. Es rica en hierro y potasio.

Esta arcilla es interesante por su porcentaje en hierro y su ausencia de aluminio.

**Propiedades:**

Se usa para problemas óseos, en caso de fatiga intensa, combinando con la arcilla verde.

**Aplicaciones:**

Absceso, cicatrices, eccema, urticaria\*, úlceras, furúnculos\*, herpes, amebiasis, anorexia\*, astenia\*, aftas, artritis, artrosis\*, luxación, distensión muscular, dolores articulares, dismenorrea, equimosis, enteritis\*, fragilidad capilar, conjuntivitis, gota, hernia de hiato\*, rinorrea.

En cosmética natural se utiliza para pieles grasas y mixtas.

#### **5. Arcilla rosa**

Mezcla elaborada de 2/3 partes de arcilla blanca y 1/3 de arcilla roja.

**Composición:**

Guarda las sales minerales de sus orígenes. Como las arcillas blanca y roja, contiene sílice, aluminio, hierro, magnesio, sodio, fósforo, potasio, calcio.

**Propiedades:**



Cicatrizante, desinfecta y suaviza debido a los oligoelementos. Se usa por vía externa.

La calidad de absorción es la misma que en las otras arcillas. Debido a su suavidad se emplea en epidermis frágiles, deshidratadas, delicadas, como la piel del bebé.

Es de elección para preparar productos de belleza, en especial mascarillas.

**Aplicaciones:**

Ojeras, eccema, costra láctea, eritema, mascarillas para pieles secas, muy secas, frágiles y deshidratadas.

### Tabla composición comparativa diferentes tipos de arcillas

**COMPOSICIÓN DE MINERALES EN PORCENTAJE(%)**

Componentes	Verde	Roja	Amarilla	Blanca
Sílice	50.6	63.15	48.00	48.30
Cloro	0.011	-----	-----	-----
Calcio	9.2	0.01	0.26	trazas
Magnesio	2.25	0.05	0.22	0.22
Aluminio	14.10	-----	-----	36.10
Hierro	4.8	0.54	1.84	0.90
Sodio	0.18	-----	-----	0.04
Potasio	4.02	0.36	1.10	1.45
Fósforo	0.12	0.08	0.06	-----

#### CUESTIONARIO

- 1.- ¿Cuáles son los Tipos de materiales cerámicos?
- 2.- ¿Cuáles son las Propiedades de la arcilla?
- 3.- ¿Cuál es la composición química de la arcilla blanca?
- 4.- ¿Cuáles son los materiales cerámicos de ingeniería?



## GUÍA DE TRABAJO N° 14

### TEMA: POLÍMEROS Y ESTRUCTURAS

#### Propósito

Conocer y clasificar los polímeros, incluyendo los termofijos, termoplásticos y elastómeros y los diversos métodos de polimerización industrial

#### OBJETIVO

- ❖ Definir y clasificar los polímeros, incluso los termofijos, termoplásticos y elastómeros.
- ❖ Describir las diversas reacciones y etapas de la polimerización

#### INTRODUCCIÓN

La palabra *polímero* significa, literalmente, "muchas partes". En este sentido, puede considerarse como un material polimérico sólido aquel que contiene múltiples partes o unidades enlazadas químicamente y que están unidas entre sí para formar un sólido. En este capítulo se estudian algunos aspectos de la estructura, propiedades, procesado y aplicaciones de dos materiales poliméricos importantes en los procesos de fabricación industrial: *plásticos* y *elastómeros*. Los *plásticos* son un grupo grande y variado de materiales sintéticos, que se procesan para darles forma por moldeo o deformación.

Los **polímeros** son macromoléculas que se encuentran formadas por moléculas más pequeñas (monómeros), que se unen entre sí mediante enlaces covalentes. En química orgánica, se denomina polimerización al proceso que atraviesan los monómeros para formar una cadena y constituir así un polímero.

Los polímeros se pueden clasificar según diferentes criterios: su composición química, sus propiedades, su comportamiento térmico o su origen. Según este último criterio, los polímeros pueden ser naturales, semisintéticos o artificiales.

#### Polímeros naturales

Los polímeros naturales son los que provienen de la naturaleza, es decir, su existencia no depende de la intervención de la mano del hombre. Por ejemplo: *las cadenas de ADN, las proteínas, la celulosa, los almidones*.

Estos polímeros, también llamados biopolímeros, cumplen funciones esenciales para la supervivencia de los seres vivos.



### Polímeros semisintéticos

Los polímeros semisintéticos son el resultado que se obtiene al transformar polímeros naturales mediante procesos químicos. Por ejemplo: *la nitrocelulosa, la etonita.*

Estos dos primeros grupos tienen una composición similar, puesto que ambos se conforman por cadenas de monómeros semejantes.

### Polímeros artificiales

Los polímeros artificiales son obtenidos industrialmente mediante el manejo de monómeros orgánicos y fueron creados por el hombre para satisfacer necesidades concretas. Por ejemplo: *el teflón, el nylon, el polietileno, el cloruro de polivinilo (PVC).*

Constituyen gran parte de nuestros autos, juguetes, pinturas, muebles y artículos de goma.

## Ejemplos de polímeros naturales

Seda	Madera	Almidón
Caucho	Quitina	Celulosa
Algodón	Lana	Ácidos nucleicos

## Ejemplos de polímeros semisintéticos

Nitrocelulosa	Etonita	Caucho vulcanizado
---------------	---------	--------------------

## Ejemplos de polímeros artificiales

Acrilato de butilo	Poliéster
Poliacrilonitrilo	Polietilentereftalato
Polianhidrido	Polióxido de etileno
Policaprolactona	Polipropileno
Policarbonato	Polisiloxanos



Policicloctano

Tereftalato de Polibutileno

Policloruro de vinilo

Rayón

## EXPOSICIÓN DEL TEMA DE CORROSIÓN

El estudiante debe formar grupos y organizarse para investigar sobre los siguientes temas a exponer:

Puede usar todos los medios como materiales de exposición, papelotes, software, diapositivas, materiales en físico.

### GRUPO N° 1

- 1.- ¿Señale cuáles son los POLÍMEROS NATURALES Y SINTÉTICOS?
- 2.- ¿Señale cuál es la FUERZA DE VANDER WAALS?
- 3.- ¿Cómo actúa la polimerización?
- 4.- ¿Cómo se clasifica químicamente los polímeros?
- 5.- ¿Cómo se clasifican según el número repetitivo?

### GRUPO N° 2

- 1.- ¿Señale cuáles son los POLÍMEROS POR ADICIÓN?
- 2.- ¿Señale cuáles Los POLÍMEROS POR CONDENSACIÓN Y SUS USOS?
- 3.- ¿Señale los POLÍMEROS POR SU ESTRUCTURA?
- 4.- ¿SEGÚN las propiedades fundamentales que justifican la gran utilidad y numerosas aplicaciones de los materiales poliméricos? Se consideran los siguientes apartados

1. **ESTRUCTURA INTERNA**
2. **PROPIEDADES TÉRMICAS**
3. **PROPIEDADES MECÁNICAS**
4. **PROPIEDADES ELÉCTRICAS Y MAGNÉTICAS**
5. **PROPIEDADES ÓPTICAS**
6. **MODIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS POLÍMEROS: ADITIVOS**

**INDIQUE LA CLASIFICACIÓN SEGÚN SUS PROPIEDADES, CONCEPTOS Y/O DIAGRAMAS**

**Composición química:**

**Enlaces primarios**

**Fuerzas intermoleculares**



**Peso molecular. Grado de polimerización**

**Estructura Molecular De Los Polímeros**

**GRUPO N° 3**

**EVALUAR Y SEÑALAR SOBRE LOS POLÍMEROS EN UN AUMENTO DE TEMPERATURA**

**Termoplásticos**

**Duroplásticos, Termoestables o Termoendurecibles**

**Elastómero (Gomas o Cauchos):**

- 1.- ¿Sobre sus PROPIEDADES TÉRMICAS?
- 2.- ¿Sobre sus PROPIEDADES MECÁNICAS?

**COMPORTAMIENTO MECÁNICO**

**FRACTURA DE POLÍMEROS**

**MODIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS POLÍMEROS: ADITIVOS**

- 1) Rellenos
- 2) Plastificantes
- 3) Estabilizantes
- 4) Colorantes

**GRUPO N° 4**

**EVALUAR Y SEÑALAR SOBRE LOS POLÍMEROS**

- 1.- ¿Cuáles son LOS POLÍMEROS ESTABLES?
- 2.- ¿Cuáles son LOS POLÍMEROS TERMOPLÁSTICO?

**GRUPO N° 5**

**EVALUAR Y SEÑALAR SOBRE LOS POLÍMEROS**

- 1.- ¿Cuáles son LOS POLÍMEROS ELASTÓMEROS?
- 2.- ¿Cómo son la fabricación de productos

**GRUPO N° 6**

**EVALUAR Y SEÑALAR SOBRE LOS POLÍMEROS**

- 1.- ¿Qué hacer con los residuos plásticos?



## Referencias Bibliográficas

(Callister, W. (2009). *Introducción a la ciencia e ingeniería de Materiales*. 2ª ed. México D. F., México: Reverté) Recuperado de:

[https://www.academia.edu/21549297/Introduccion\\_a\\_la\\_Ciencia\\_e\\_Ingenieria\\_de\\_los\\_Material\\_es\\_WILLIAM\\_CALLISTER\\_JR.](https://www.academia.edu/21549297/Introduccion_a_la_Ciencia_e_Ingenieria_de_los_Material_es_WILLIAM_CALLISTER_JR.)

(Smith William F (2010) *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales* 5º ed. México D. F)

<https://archive.org/details/FundamentosDeLaCienciaElIngenieriaDeMaterialesEdicion4WilliamF.SmithJavadHashemi/mode/2up>