



**EXTENSIÓN AÚLICA BARILOCHE**

**CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA:**

**MATERIALES METÁLICOS**

**Año Académico:** 2017

**Área:** Materiales

**Bloque:** Tecnologías Básicas

**Nivel:** 2° Año

**Tipo:** Obligatoria

**Modalidad:** Anual

**Carga Horaria total:** 144 Hs Reloj

**FUNDAMENTACIÓN**

El ingeniero mecánico debe poseer un conocimiento general de los materiales que utiliza en el proceso de fabricación de las piezas de todo aparato o máquina. Debe saber qué y cómo utilizar los materiales en los distintos procesos. La asignatura no sólo entrega una formación teórica de las estructuras de los materiales sino que además los procesos de transformación de acuerdo a su uso.

**OBJETIVOS**



- Conocer comprender y evaluar las propiedades físicas, químicas, mecánicas de estos materiales y su aplicación.
- Seleccionar adecuadamente los materiales necesarios para los diseños y construcciones mecánicas.

## **CONTENIDOS MÍNIMOS**

Introducción: Materiales en ingeniería. Metalurgia física. Materiales Ferrosos. Metalurgia básica. Obtención de arrabio, acero y fundición. Aceros al carbono. Aceros aleados. Fundiciones. Materiales no ferrosos. Aluminio y sus aleaciones. Cobre y sus aleaciones. Otros metales: zinc, estaño, magnesio, titanio. Metales pesados. Metales refractarios. Metalografía. Técnicas metalográficas. Estudio de estructuras metalográficas. Estructuras de soldaduras. Tratamientos Térmicos. Templabilidad de los Aceros. Cementación de los Aceros. Nitruración y Carbonitruración. Tratamientos de aleaciones de aluminio y de cobre. Fallas en los tratamientos. Soldadura. Distintos procesos de soldaduras. Clasificación de los procesos (AWS y DIN). Metalurgia de las soldaduras. Calificación de soldadores. Selección de Materiales. Requerimientos para el mecanizado y el proceso de fabricación.

## **CONTENIDOS ANALÍTICOS**

### **Unidad Temática I: *ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES***

Materiales en ingeniería. Metales, cerámicos, polímeros y compuestos, comparación de propiedades y usos. Estructura atómica de los metales. Enlace metálico. Semejanzas y diferencias con otros tipos de enlaces. Influencia sobre las propiedades físicas y mecánicas. Estructura cristalina. Origen. Redes cristalinas. Sistemas cristalinos, celdas unitarias. Estructuras compactas y no compactas. Alotropía, consecuencias tecnológicas. Índices cristalográficos. Difracción de rayos X. Ley de Bragg. Monocristales y policristales. Defectos cristalinos: definición. Importancia (beneficios y perjuicios). Defectos cristalinos clasificación: puntuales, lineales, superficiales y volumétricos.

### **Unidad Temática II: *PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS METALES, ENSAYOS MECÁNICOS Y METALOGRAFÍA***



Deformación. Comportamiento elástico y plástico. Deformación elástica. Constantes elásticas. Rigidez. Deformación plástica. Mecanismo de la deformación plástica. Influencia de la estructura cristalina. Deslizamiento y maclado. Sistemas compactos y no compactos. Mecanismos de endurecimiento y ablandamiento. Fenómeno de acritud por deformación en frío y ablandamiento por calentamiento en los metales. Ensayos mecánicos. Dureza. Resistencia al esfuerzo continuo: tracción. Fenómeno de fluencia, bandas de Lüders. Endurecimiento o envejecimiento mecánico. Resistencia al esfuerzo alternado: fatiga. Efecto Bauschinger. Termofluencia (fluencia lenta en caliente o creep). Fractura. Dúctil y frágil. Técnicas metalográficas. Microscópicas y macroscópicas. Técnicas comunes y especiales.

### **Unidad Temática III: FORMACIÓN DE LAS ALEACIONES**

Aleaciones metálicas: importancia, clasificación. Soluciones sólidas y compuestos químicos. Diagramas de fases en equilibrio de aleaciones metálicas. Clasificación por cantidad de componentes. Propiedades de las fases. Variables independientes. Puntos invariantes. Análisis térmico. Diagramas binarios: solubilidad total, insolubilidad total, solubilidad parcial, eutéctico, peritético, monotético, eutectoide, peritectoide. Aspectos prácticos del diagrama de fase. Diagramas Fe – C, Al – Cu, Al – Si, Cu – Sn y Cu – Zn. Transformaciones de fase fuera de equilibrio. Diagramas de fases. Transformaciones de fase: nucleación y crecimiento. Difusión, aspectos microscópicos. Solidificación. Estructura dendrítica.

### **Unidad Temática IV: PROCESOS DE FABRICACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS**

Clasificación de procesos de manufactura o fabricación. Características de los métodos de fusión industrial. Hornos industriales de fusión. Clasificación. Operaciones básicas de fusión. Fusión de Fe, Al, Cu y aleaciones. Procesos de fundición más importantes. Fabricación y tipos de moldes. La importancia del diseño. Características de los métodos de deformación plástica. Significado técnico y económico del conformado metálico. Métodos empleados en conformado de metales. Conformado compresivo. Conformado combinando compresión y tracción. Conformado por tracción. Conformado por doblado. Conformado por corte. Conformado de bloques y chapas. Aproximación sistemática a los procesos de conformado metálico. Características de los métodos de mecanizado.



### **Unidad Temática V: METALES FERROSOS. SIDERURGIA**

Hierro y acero, algunas consideraciones. Siderurgia. Metalurgia extractiva. Minerales de hierro. Procesos de reducción del mineral de hierro. Alto horno: arrabio. Reducción directa (RD): hierro de reducción directa (HRD o DRI). Clasificación. Otros procesos: reducción – fusión (Corex), horno eléctrico para fabricación de arrabio. Procesos de afino o aceración. Convertidores básicos al oxígeno (LD, LDAC, OBM, etc.) Hornos eléctricos (UHP – EBT) Horno cuchara (LF) Procesos de colada. Lingoteo y colada continua. Evolución de la colada continua y nuevos desarrollos. Procesos de metalurgia secundaria. Laminación. Laminación básica. Laminación de planos (chapas y flejes) y no planos (perfiles y tubos).

### **Unidad Temática VI: TRATAMIENTOS TERMICOS DE LOS ACEROS**

Diagrama de fases en equilibrio Fe – C metaestable. Fases y microestructuras. Clasificación y normalización de aceros. Aceros al carbono y aceros aleados. Influencia de los elementos aleantes sobre el diagrama. Modificación del diagrama de fases en equilibrio por la adición de elementos aleantes. Tratamiento térmico. Definición de tratamiento térmico y ciclo térmico. Microestructuras de equilibrio y de no equilibrio. Importancia, modificación de las propiedades. Influencia de la velocidad de enfriamiento: enfriamiento en horno, en aire calmo y en agua agitada. Transformación martensítica. Características. Transformación isotérmica. Diagrama de Bain o diagramas TTT. Perlitas distintos tipos. Bainita superior e inferior. Transformaciones en enfriamiento continuo. Diagramas, estructuras obtenidas. Clasificación de los tratamientos térmicos en los aceros y su empleo. Tratamientos anisotérmicos. Normalizado. Recocidos hiper crítico, inter críticos y sub críticos. Temple hiper crítico e inter crítico. Martemperado. Revenido. Tratamientos isotérmicos. Recocido isotérmico. Patentado. Austemperado. Templabilidad. Concepto. Diámetro crítico ideal y real. Ensayos Grossmann y Jominy. Selección de aceros por templabilidad. Causas de la deformación y fisuración durante el temple. Tratamientos de endurecimiento superficial. Sin cambio de la composición química. Temple inductivo y a la llama. Con cambio de la composición química. Tratamientos termoquímicos. Carburación. Nitruración.



### **Unidad Temática VII: ELEMENTOS DE ALEACIÓN EN ACEROS**

Elementos alfégenos y gammágenos. Diagrama de equilibrio binario Fe – elemento de aleación. Influencia de los aleantes en las propiedades físicas y químicas del acero. Incremento en la templabilidad. Formación de precipitados: carburos y nitruros. Cambios microestructurales. Modificaciones en los tratamientos térmicos. Temple y revenido de aceros al carbono y aceros aleados. Aceros al carbono y de baja aleación. Aceros para construcciones mecánicas. Aceros estructurales. Aceros microaleados. Aceros de alta aleación. Aceros para herramientas. Aceros inoxidables.

### **Unidad Temática VIII: FUNDICIONES**

Características y propiedades de las fundiciones. Clasificaciones. Diagramas de fases en equilibrio Fe – C estable. Fundición gris común (laminar). Composición química e inoculación. Influencia de los elementos de aleación. Fundición dúctil (esferoidal o nodular. Fundición vermicular. Composición química e inoculación. Influencia de los elementos de aleación. Fundición maleable (grafito flocular o de revenido). De corazón negro y de corazón blanco. Composición química e inoculación. Fundiciones aleadas. Propiedades y aplicaciones.

### **Unidad Temática IX: SOLDADURA**

Clasificación de los procesos de soldaduras. Características generales. Soldadura por fusión: soldadura con gas, soldadura por arco eléctrico, soldadura por electroescoria, soldadura por resistencia, soldadura por haz de electrones, soldadura por láser. Soldadura por fase sólida: soldadura a presión a temperatura elevada, soldadura a presión en frío, soldadura ultrasónica, soldadura por fricción, soldadura por explosivos. Soldadura fuerte (brazing), soldadura blanda (soldering), soldadura por adhesivos. Procesos de soldadura con arco eléctrico. Manual con electrodo revestido, TIG, MIG, MAG, arco sumergido. Consideraciones generales. Preparación de los metales a soldar. Falta de penetración de la soldadura, problemas. Metalurgia de las soldaduras. Cordón de soldadura, zona afectada térmicamente (ZAT), carbono equivalente, soldadura de aceros disímiles, diagrama de Schaeffler.



### **Unidad Temática X: MATERIALES NO FERROSOS**

Aluminio y sus aleaciones. Aleaciones deformables. Aleaciones de endurecimiento por tratamiento térmico. Aleaciones de fundición. Cobre y sus aleaciones. Latones. Bronces. Bronces al aluminio, cuproníqueles, alpacas, bronce al berilio. Titanio y sus aleaciones. Aplicaciones. Biocompatibilidad.

### **Unidad Temática XI: CORROSION DE LOS METALES Y SUS ALEACIONES**

Introducción y generalidades. Corrosión generalizada. Corrosión química. Corrosión electroquímica. Curvas de polarización. Pasividad de metales. Pares galvánicos. Corrosión localizada. Corrosión intergranular. Picado. Corrosión por rendijas. Corrosión bajo tensiones. Corrosión combinada con otros fenómenos. Corrosión – fatiga. Erosión – corrosión. Cavitación. Oxidación por desgaste (fretting corrosión). Disolución selectiva (desaleado)

### **Unidad Temática XII: INTRODUCCIÓN A LA SELECCIÓN DE MATERIALES**

Aplicación específica de los materiales a la industria. Clasificación por características mecánicas, térmicas y químicas. Consideraciones económicas de diseño y de procesos de fabricación. Normas y especificaciones de materiales, procesos y productos.

### **DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS**

| <b>Tipo de actividad</b>  | <b>Carga horaria total en hs. reloj</b> |
|---------------------------|---|
| <b>Teórica</b>            | <b>129</b>                              |
| <b>Formación Práctica</b> | <b>15</b>                               |
| Formación experimental    | 15                                      |

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

- a) **Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)**



La **metodología** empleada es la exposición dialogada. Además, se prevé la utilización de presentaciones con computadora y en temas puntuales la proyección de videos. Se hace especial mención de los problemas que se pueden presentar en la industria.

La **orientación** que se le da en particular a la asignatura es **teórica-práctica**, con particular preponderancia del aspecto práctico. La asignatura debe proveer bases firmes que permitan desarrollar la práctica con solidez. Esto acentuaría el perfil del graduado de la UTN como un *ingeniero con ingenio y práctico, ágil para la solución de los problemas de la Industria.*

Se realizan las siguientes prácticas experimentales en Laboratorio:

Preparado de probetas.

Macrografía y micrografía.

Tratamientos térmicos de ablandamientos.

Tratamientos térmicos de endurecimiento.

Fundiciones.

Aceros inoxidables.

Soldadura.

### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

Las teóricas se evaluarán mediante exámenes parciales. El examen final tendrá la modalidad de preguntas a desarrollar.

### **REQUISITOS DE REGULARIDAD Y PROMOCIÓN DE LA ASIGNATURA**

**Para la regularización de la asignatura y acceder al examen final:**

- Tener el presentismo mínimo para cumplir con la condición de alumno regular (75%).
- Aprobación de 2 parciales con 6 (seis) o mayor nota (se contará con 2 instancias de recuperación por parcial).
- Aprobación de los Trabajos Prácticos.



**Para la promoción de la asignatura:**

- Tener un presentismo mínimo del 75%
- Aprobación de 2 parciales con 8(ocho) o mayor nota cada uno. Se contará con 1 instancia de recuperación para uno solo de los parciales a elección del alumno, en una sola fecha establecida por la cátedra antes del segundo parcial).
- Aprobación de los Trabajos Prácticos

**NOTAS:**

- ✓ El ausente en cualquiera de los 2 parciales se considerará como si tuviera un aplazo tanto para la regularización como para la promoción de la asignatura.
- ✓ Cuando se recupere un parcial, la cátedra decidirá si la nota del recuperatorio podrá reemplazar o no a la nota del parcial que se recupere (sea la calificación del recuperatorio menor, mayor o igual a la obtenida en el parcial a recuperar para poder acceder a la promoción).

**ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

Es una asignatura del segundo nivel de la carrera, articulando horizontalmente con Ingeniería Mecánica II, Química aplicada y Estabilidad I. En cuanto a su articulación vertical, lo hace con Química General, Ingeniería Mecánica III, Elementos de Máquinas, y Proyecto Final.

**BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

Apraiz Barreiro J. (1975) Aceros especiales y otras aleaciones. España. Editorial:Dossat.

Apraiz Barreiro José. (1977) Fundiciones. España. Editorial: Dossat SA.

Apraiz Barreiro J. (1985). Tratamientos térmicos de los aceros; España. Editorial: Dossat.

Avner Sidney H. (1976) Introducción a la metalurgia física. 2da. Ed. español, (Mala traducción).México. Editorial: .Mc Graw Hill.

Cottrell H. (1962). An introduction to metallurgy. España. Editorial: Edward Arnold Ltd, London.

Colombier R. y Hochmann J. (1968) Aceros inoxidables – aceros refractarios. España. Editorial: URMO.



- Cook, Robert. (1999). Advanced mechanics of materials. EE.UU. Editorial: Prentice Hall.
- Larling, Heinrich. (2000) Alrededor de las Máquinas-Herramientas. 3ª ed. México. Editorial: Reverté S. A.
- González Arias A. (1999) Laboratorio de ensayos industriales, metales. 14ª edición. Argentina. Editorial: Ediciones Litenia.
- Herenguel J. (1971) Metalurgia espezia, tomo II: cobre; España Editorial: URMO.
- Lajtin, Yu M. (1973) Metalografía y tratamiento térmico de los metales. Moscú. Editorial: MIR.
- Lancaster J. F. (1972) Tratado de soldadura. España. Editorial: Tecnos.
- Maroni P. J. (1976) Templabilidad, un método para seleccionar aceros; España. Editorial: Librería Shackelford James F. (1995) Ciencia de materiales para Ingenieros. España. Editorial: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Smith W. F. (1994) Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. España Editorial: McGraw-Hill.
- Smith W. F. (1998) Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. 3 ed. España. Editorial: Mc Graw Hill.
- Van Vlack Lawrence H. (1974) Materiales para ingeniería. 1 era ed. México. Editorial: C.E.C.S.A.
- Varios autores (4 volúmenes) Curso de siderurgia; Instituto Argentino de Siderurgia Argentina(IAS). Mitre.
- Winzer G, Baum R, Rohde W. (1993) Seminario de siderurgia. Argentina. Editorial: IAS.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Avner Sidney, H. (1964) Introduction to Physical Metallurgy. India. Editorial: Mc Graw Hill.
- Avner; Sidney, H. (1988) Introducción a la metalurgia física; 2da. Ed. India. McGraw-Hill.
- Chalmers B. (1968) Metalurgia física; México. Editorial: Aguilar.
- Dieter, G. E.; (1986) Mechanical metallurgy. 3<sup>rd</sup> edition. USA. Editorial: McGraw-Hill.
- Guliáev, A. P. (1978) Metalografía. Moscú. Editorial: MIR.



Hume-Rothery W. (1966) The structures of alloys of iron; London. Editorial: Pergamon Press.

Nutting J. y Bake, R. G. (1965) The microstructure of metals. London. Editorial: The Institute of Metals.

Pickering F. B; (1978) Physical metallurgy and the design of steels. London. Editorial: Applied Science Publishers LTD.

Reed–Hill, Robert E. (1974) Principios de metalurgia física. México. Editorial: C.E.C.S.A.

Rostoker, W. y Dvorak, R. (1977) Interpretation of metallographic structures. USA. Editorial: Academic Press.

Shackelford, James F. (1995) Ciencia de materiales para Ingenieros. USA. Editorial: Prentice Hall Hispanoamericana.

Stüdemann, H. (1968) Ensayo de materiales y control de defectos en la industria del metal. España. Editorial: URMO.