



---

## **PROGRAMA DE INDUSTRIAS MINERAS DE BASE METÁLICA**

**Carrera/s:** Ingeniería Química, Especialidad Mineralurgia, 5° Año.

**Año de vigencia:** 2009

**Carga Horaria:** 90 Hs

**Equipo de cátedra:** Ing. Francisco Membrives, Ing. Silvia Cristina Clavijo

**Objetivos generales:**

El programa consta de dos partes, una correspondiente a la metalurgia extractiva y otra a la metalurgia física.

Los objetivos de la metalurgia extractiva son los de conocer los minerales naturales existentes que se utilizan para la obtención de los metales y el estudio de los procesos metalúrgicos utilizados para obtener los principales metales de uso industrial. Análisis de los equipos utilizados en dichos procesos y propiedades de sus principales componentes. Usos de los distintos metales y forma industrial de aplicación de los mismos, producción de aleaciones y formas de procesado.

Los objetivos de la metalurgia física son el conocimiento de las aleaciones de importancia industrial, el estudio teórico de las mismas y los tratamientos térmicos y termoquímicos a los cuales ellas pueden ser sometidas. Se incluye un capítulo sobre la Pulvimetalurgia como tecnología de fabricación alternativa y/o complementaria con la fundición y la forja de metales.

**Contenidos:**

A) **METALURGIA EXTRACTIVA:**

**Unidad N°1:**

Minerales, definición, composiciones químicas, distintos tipos, ley de un mineral. Criterios económicos de usos. Distintos tratamientos a que pueden ser sometidos: secado, calcinación, tostación, distintos tipos de tostaciones, aglomeración de polvos.

**Unidad N°2:**

Hornos usados en los distintos procesos metalúrgicos. Balances térmicos. Distintos tipos de combustibles utilizados. Hornos eléctricos de inducción, de arco eléctrico y de resistencia eléctrica. Refractarios utilizados, distintos tipos, comportamiento requerido.

**Unidad N°3:**

*La Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria dependiente de la U.N.Cuyo se encuentra certificada bajo Normas ISO 9001:2000.*



Siderurgia. Minerales utilizados. Yacimientos argentinos. Tratamientos previos. Alto Horno. Producción de arrabio. Obtención de aceros. Convertidores Bessemer y Thomas. Proceso Siemens-Martins. Aceros eléctricos. Aceros especiales. Fundiciones de hierro.

**Unidad N°4:**

Metalurgia del Cobre. Minerales utilizados. Yacimientos importantes. Tratamientos previos. Obtención del cobre Blister. Obtención del cobre electrolítico. Metalurgia del Oro y de la Plata. Minerales. Procesos de obtención. Recuperación secundaria.

**Unidad N°5:**

Metalurgia del Aluminio. Minerales aprovechables para su metalurgia. Obtención de óxido puro. Obtención electrolítica del metal. Metalurgia del Magnesio. Minerales. Obtención. Metalurgia del Titanio. Minerales. Obtención

**Unidad N°6:**

Metalurgia del Cinc. Minerales. Tratamiento. Obtención del metal puro. Metalurgia del Cadmio. Minerales. Tratamiento. Obtención del metal puro. Metalurgia del Estaño. Minerales. Tratamiento. Obtención del metal puro. Metalurgia del Plomo. Minerales. Tratamiento. Obtención del metal puro.

B) **METALURGIA FISICA:**

**Unidad N°7:**

Metalografía. Generalidades. Preparación de probetas para distintos tipos de observación. Reactivos usados. Distintos tipos de microscopios, características. Reconocimiento de estructuras de distintas aleaciones y observación de los resultados de tratamientos superficiales.

**Unidad N°8:**

Características físicas de los metales puros. Velocidad de enfriamiento. Solidificación y enfriamiento de metales puros y aleaciones binarias. Diagramas ternarios. Interpretaciones.

**Unidad N°9:**

Aleaciones Hierro – Carbono. Diagrama de equilibrio térmico. Influencia de los elementos de aleación. Aceros comunes y aleados. Clasificación de acuerdo a Normas. Estructuras metalográficas. Características. Fundiciones: distintos tipos y propiedades. Estructuras características.



**Unidad N°10:**

Aleaciones no ferrosas. Concepto. Obtención. Propiedades físicas y químicas. Aleaciones de Cobre, Aluminio, Níquel, Plomo y Estaño. Características estructurales y propiedades resultantes.

**Unidad N°11:**

Tratamientos térmicos de las aleaciones Hierro – Carbono. Temple, definición, características de las piezas templadas, estructuras típicas. Curvas de la "S" o diagramas TTT. Revenido, evolución de la Martensita, estructuras características, propiedades. Recocido, distintos tipos, estructuras, propiedades. Recocido de fundiciones blancas. Objetivos, distintos tipos, productos obtenidos.

**Unidad N°12:**

Tratamientos termoquímicos de los aceros: objetivos propuestos, generalidades, distintos tipos. Cementación, Nitruración, Cianuración, Sulfinización y Metalización por difusión: materiales utilizados, modalidades operativas y cambios estructurales producidos por los mismos.

**Unidad N°13:**

Pulvimetalurgia. Posibilidades industriales. Metales y aleaciones utilizados. Equipos usados en los procesos. Producción de polvos, distintas tecnologías. Características mecánicas de las piezas. Estudio comparativo de la pulvimetalurgia frente a los procesos de fundición y forjado.

**Bibliografía:**

1. Pascual Pezzano. Siderurgia. Buenos Aires. Ed. Alsina. Año 1976.
2. Eduardo Abril. Metalurgia Técnica Y Fundición. Buenos Aires. Ed. Alsina. 1956.
3. Yu M. Lajtin. Metalografía Y Tratamiento Térmico De Los Metales. Moscú. Ed. Mir. Año 1977.
4. Hong Yong Sohn y Milton E. Wadsworth. Cinética De Los Procesos De La Metalurgia Extractiva. México, Edit. Trillas, 1986.
5. Charles Burroughs Gill. Metalurgia Extractiva No Ferrosa. México, Edit. Limusa, Año 1989.
6. A. P. Guliaev. Metalografía, Tomos 1 y 2. Moscú. Ed. Mir. Año 1978.
7. Sydney H. Avner Introducción A La Metalurgia Física. México. Ed. Mc. Graw Hill. Año 1992.



8. José A, Barreiro. Fabricación De Hierro, Aceros Y Fundiciones. Tomos 1 y 2. Bilbao. Ed. Urmo S. A. Ediciones. Año 1984.
9. J. A Barreiro. Tratamientos Térmicos De Los Aceros. Madrid, Ed. CIE Inversiones Editoriales. Año 1997
10. José Apraiz. Aceros Especiales. Madrid, Ed. Dossat. Año 1982.
11. Biswas A. K. - Davenport W. G. El Cobre – Metalurgia extractiva. México. Ed. Limusa. Año 1993.
12. Ingenieros del Grupo Pechiney. Enciclopedia Del Aluminio. Tomos 1 al 6. Bilbao Ed. Urmo. Año 1968.
13. J. J. Moore. Chemical Metallurgy. Cornwall. Ed. Butterworth-Heinemann. Año 1997.
14. Julio Astigarraga Urquiza – Julio Astigarraga Aguirre. Hornos de Alta Frecuencia y Microondas. Madrid, Ed. Mc Graw Hill. Año 1995.
15. Julio Astigarraga Urquiza. Hornos de Arco para Fusión de Aceros. Madrid, Ed. Mc Graw Hill. Año 1998.

### **Actividades Teóricas:**

El desarrollo de la asignatura se lleva a cabo mediante el dictado de clases teóricas de tipo tradicional. Además de esto, los estudiantes investigan temas teóricos acerca de distintas metalurgias, las cuales deben exponer ante sus compañeros. En lo posible se visitan, en la zona y en la ciudad de Mendoza, fundiciones y talleres donde se realizan fundiciones de hierro, bronce y aluminio, y tratamientos térmicos y/o termoquímicos a los aceros.

### **Actividades Prácticas:**

Se lleva a cabo un seguimiento intensivo mediante la ejecución de trabajos prácticos de aula. Dichas actividades se complementan en el laboratorio de metalografía, donde se realiza la observación de probetas patrones ya preparadas. Los estudiantes preparan probetas de distintos materiales de uso corriente, a fin de adquirir experiencia en el manejo de los equipos del laboratorio, como son, la cortadora metalográfica, la pulidora, la incluidora y el microscopio metalográfico. Se ha incorporado un horno eléctrico que permite alcanzar temperaturas de 1.200 °C, para llevar a delante tratamientos térmicos y termoquímicos. Se plantea como una actividad de **resolución de problemas abiertos**, el desarrollar el criterio de selección de un horno para un proceso metalúrgico determinado, el cual



---

incluye dimensiones, forma de calentamiento y costos del mismo. El tiempo estimado para el desarrollo de esta actividad se establece en 10 horas cátedras.

**Metodología de Enseñanza:**

Dado el número de alumnos el cual generalmente no es muy grande, puede hacerse un seguimiento personalizado de todas las actividades que el estudiante desarrolla. De esta manera, entre clases dictadas por el docente y exposiciones llevadas a cabo por los alumnos, se consigue integrar el espectro de la asignatura, y permite sacar un concepto bastante completo de la actuación del alumno.

**Evaluación:**

Concluido el cursado, se realiza la presentación de una carpeta de actividades, que incluye trabajos teóricos y trabajos prácticos. Además de esto, debe cumplirse con un porcentaje mínimo de asistencia a las clases teórico – prácticas, y esto permite obtener la regularidad de la asignatura.

La aprobación de la asignatura se consigue con la aprobación del Examen Final del alumno, donde se tendrá en cuenta su actuación durante el cursado.

**PROMOCIONALIDAD DE LA ASIGNATURA**

Para promocionar la asignatura, ajustándose a la Ordenanza N° 10/05, deberán cumplirse con los siguientes requisitos:

- 1) Aprobar 3 parciales que incluirán los temas de todo el programa, con notas NO inferiores a 7 (siete). Cada evaluación contará con una instancia recuperatoria.
- 2) Si la nota en alguno de los parciales es inferior a 4 (cuatro), el estudiante queda excluido del plan de promocionalidad.
- 3) La asistencia a las clases teórico-prácticas, deberá ser superior al 80%.
- 4) El estudiante deberá presentar un informe sobre la Observación Metalográfica, de probetas incógnita, preparadas y observadas por él en la Planta Piloto, usando el equipamiento disponible.
- 5) Deberá presentar carpeta con los trabajos teóricos y prácticos desarrollados (con soporte electrónico incluido).
- 6) Esta actividad deberá cumplirse dentro de los plazos que establece la Ordenanza correspondiente.



**Distribución de la carga horaria.**

Actividades	Horas
1. Teóricas	60
2. Apoyo teórico (incluye trabajos prácticos de aula)	10
3. Experimentales (laboratorio, planta piloto, taller, etc.)	15
4. Resolución de Problemas de Ingeniería (sólo incluye Problemas Abiertos)	5
<b>Total de Horas de la Actividad Curricular</b>	<b>90</b>

San Rafael, 08 de abril de 2009.