



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
Vicerrectorado Académico

1 .Departamento: **CIENCIA DE LOS MATERIALES (6509)**  
[www.departamento.mt.usb.ve](http://www.departamento.mt.usb.ve)

2. Asignatura: **Hidrometalurgia**

3. Código de la asignatura: MT4642

No. de unidades-crédito: 3

No. de horas semanales: Teoría: 3 Práctica: 1 Laboratorio: 0

4. Fecha de entrada en vigencia de este programa: Septiembre 2008

**5. OBJETIVO GENERAL:** Proporcionar los fundamentos necesarios para el diseño, control, análisis y selección de los procesos de extracción y refinación de metales por la vía hidrometalúrgica y electrometalúrgica.

**6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Familiarizar a los estudiantes con las tecnologías utilizadas en los procesos hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos utilizados en la extracción y refinación de metales así como en el tratamiento de desechos generados por la industria metalúrgica.
2. Familiarizar a los estudiantes con los diferentes tipos de reactores utilizados en dichos procesos a nivel industrial.
3. Introducir las bases teóricas necesarias para definir la secuencia óptima de extracción.
4. Aplicar los principios termodinámicos y cinéticos, así como los balances de masa y energía para diseñar y controlar los procesos de extracción y refinación metálica.

**7. CONTENIDO:**

**Tema 1. Lixiviación. (3 Semanas).** Principios de disolución: agentes lixiviantes, solubilidad, formación de complejos. Producto de solubilidad. Mecanismo de la lixiviación de minerales metalíferos: metales nativos, óxidos simples y complejos, sulfuros, fosfatos y silicatos. Lixiviación bacteriana. Desarrollo de modelos cinéticos aplicados a la disolución de minerales. Parámetros que afectan el desempeño de la lixiviación: temperatura, presión, pH, concentración. Técnicas y Equipos Industriales: Tanques Pachuca, Autoclaves. Criterios de selección de tecnologías utilizadas como base para la selección de nuevos procesos. Estudio de casos.

**Tema 2. Extracción por Solventes (2 Semana).** Mecanismos involucrados en la extracción por solventes. Clasificación de solventes. Isotermas de extracción. Coeficientes de Distribución. Coeficientes de recuperación. Cinética de extracción. Parámetros que afectan la eficiencia de la extracción. Técnicas y Equipos industriales. Casos de Estudio.

**Tema 3. Tratamiento de Soluciones. (2 Semanas).** Técnicas químicas de recuperación de metales a partir de soluciones. Principios de precipitación a partir de soluciones: termodinámica y cinética de nucleación y crecimiento. Evaporación de soluciones, cementación, adsorción, intercambio iónico, precipitación gaseosa y precipitación iónica. Técnicas Industriales y Equipos. Casos de Estudio para el diseño y/o control de procesos.

**Tema 4. Electrometalurgia (4 Semanas).** Principios de Electroquímica aplicada a la recuperación y refinación de metales. Celdas Electrolíticas Metalúrgicas. Potenciales y amperaje de Celdas Industriales. Electrolitos: medios acuosos y sales fundidas. Electrodo: ánodos y cátodos de carbón, electrodos inertes. Electrodeposición y electrefinación. Reacciones electródicas. Control de parámetros operacionales para un desempeño estable de celdas. Efecto y compensación de campos magnéticos generados en celdas de alto amperaje. Aplicación de balances de materia y energía en celdas. Criterios de selección de las tecnologías utilizadas en electrometalurgia. Estudio de casos.

**Tema 5. (1 Semana).** Tratamientos hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos como alternativas para recuperar de metales a partir de desechos.

## **8. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS, DIDACTICAS O DE DESARROLLO DE LA ASIGNATURA:**

Las estrategias metodológicas que se planifican para este curso incluyen:

1. Trabajo en grupo y seminario: Este trabajo persigue consolidar en los estudiantes los conocimientos aprendidos durante el trimestre, aplicando los mismos en un caso de estudio.
2. Sesiones Semanales de Problemas en donde los estudiantes deben resolver y discutir los resultados obtenidos.
3. La Visita a una planta de extracción metálica relacionada con los métodos estudiados (Venalum, Alcasa, Minerven, Bauxilum)

## **9. ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:**

El seguimiento del aprendizaje de los estudiantes se llevará a cabo a través de:

1. Tres pruebas escritas (parciales) y al menos dos cortas.
2. Tareas semanales.
3. Participación activa de los estudiantes en el desarrollo de un tema.
4. Un seminario en grupo en la etapa final del curso donde se analice un caso de estudio.

## **10. FUENTES DE INFORMACIÓN:**

1. Gaskell, D. *Introduction to the Thermodynamics of Materials*. 4<sup>th</sup> Edition. Taylor & Francis publishers; USA. (2003).
2. Schlesinger, M. *Mass and Energy Balances in Materials Engineering*. Prentice Hall. USA. (1996).
3. Ballester A., Verdeja Luis F. y Sancho J. *Metalurgia Extractiva, Fundamentos. Vol. 1*. Síntesis Editorial, España. (2001).
4. Habashi, Fathi. *A Textbook of Hydrometallurgy*. University of British Columbia. Vancouver-Canada. 1997.
5. Burkin, A. *Production of Aluminium and Alumina*. Society of Chemical Industry, John Wiley & Sons. USA. (1987).
6. Sancho, J., Del Campo J. y Grijothem. *Metalurgia del Aluminio*. Aluminum-Verlag, Dusseldorf, Alemania. (1994).
7. Libro de Electrometalurgia