

FACULTAD DE INGENIERÍA

AREA DE METALURGIA Y MATERIALES



Nombre de la materia: METALURGIA NO FERROSA
(Metalurgia Extractiva del Oro)
Clave de la materia: 6094
Clave CACEI: IA
Nivel del Plan de Estudios: VIII **No. de créditos:** 6
Horas/Clase/Semana: 3
Horas totales/Semestre: 48
Horas/Práctica (y/o Laboratorio): 0
Prácticas complementarias:
Trabajo extra-clase Horas/Semana: 4
Carrera/Tipo de materia: Optativa
No. de créditos aprobados: 315
Fecha última de Revisión Curricular: Mes 05 Año 16
Materia y clave de la materia requisito: EXTRACTIVA I, 6072.

JUSTIFICACION DEL CURSO

Este programa está concebido para que pueda ser modificado en su contenido, de acuerdo a los cambios dinámicos que vayan surgiendo en los temas de actualidad en el campo de la Metalurgia No Ferrosa y la disposición de un experto en cierta área que lo pueda impartir. Su

importancia radica en que revisa los métodos de extracción piro e hidrometalúrgicos de los principales metales no ferrosos, siendo de gran apoyo para la comprensión íntegra de otras materias.

OBJETIVO DEL CURSO

Se habilitará al alumno para conocer y comprender la mineralogía de los depósitos de oro, las pruebas a nivel laboratorio para determinar la respuesta a la concentración o recuperación de oro, así como los

distintos procesos a nivel industrial para la extracción de oro, como herramienta para una mejor comprensión de las materias relacionadas con la extracción de metales y para su práctica profesional.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Mineralogía de los depósitos de oro y productos de planta. 3 horas.

Objetivo: Conocer las principales especies minerales de oro presentes en los depósitos de oro y productos de planta y su importancia en los procesos de extracción de oro.

- 1.1. Minerales de oro.
- 1.2. Clasificación de los materiales con oro.
- 1.3. Placeres.
- 1.4. Menas Free-Milling.
- 1.5. Menas oxidadas
- 1.6. Menas ricas en plata
- 1.7. Sulfuros de hierro (pirita, marcasita y pirrotina)
- 1.8. Sulfuros de arsénico (arsenopirita, oropimente, rejalgar)
- 1.9. Sulfuros de cobre (calcopirita)
- 1.10. Sulfuros de antimonio (auroestibina, estibina)
- 1.11. Menas carbonáceas
- 1.12. Concentrados gravimétricos
- 1.13. Concentrados y colas de procesos
- 1.14. Materiales de refinación

2. Pruebas de respuesta a la concentración o recuperación de oro en laboratorio. 5 horas.

Objetivo: Dar a conocer las metodologías de laboratorio aplicables a los minerales de oro para determinar su respuesta a la concentración o recuperación de oro.

- 2.1. Determinación de oro por ensaye al fuego o copelación
 - 2.2. Determinación de oro por adsorción atómica y plasma acoplado inductivamente
 - 2.3. Oro recuperable gravimétricamente (GRG)
 - 2.4. Lixiviación de oro con solución alcalina de cianuro.
3. Recuperación de oro por disolución en mercurio—Amalgamación. 1 hora.

Objetivo: Mostrar el proceso de recuperación de oro por su disolución en mercurio líquido.

- 3.1. Propiedades del mercurio
- 3.2. Técnicas para la disolución del oro en mercurio.

- 3.3. Factores que afectan la amalgamación.
3.4. Recuperación del oro de la amalgama.

4. Flotación de menas de oro. 3 horas.

Objetivo: Establecer los fundamentos para la recuperación de oro por el proceso de flotación, conocer los distintos reactivos químicos usados para la flotación, así como los principales factores químicos y físicos que afectan el proceso.

- 4.1. Concepto de hidrofobicidad de una superficie.
4.2. Concepto de ángulo de contacto y su determinación.
4.3. Química de superficie del oro.
4.4. Reactivos de flotación.
4.5. Aplicación de la flotación para menas de oro.
4.6. Química de flotación del oro.
4.7. Factores de la partícula que afectan la recuperación de oro.
4.8. Factores químicos y físicos que afectan la recuperación de oro.
4.9. Flotación de teluros de oro.
4.10. Flotación de pirita, arsenopirita y pirrotina.
4.11. Flotación de materia carbonácea.
4.12. Consideraciones del proceso de flotación.

5. Principios de la hidrometalurgia del oro. 1 hora.

Objetivo: Analizar los aspectos básicos de la hidrometalurgia del oro y dar a conocer la aplicabilidad de los diagramas Eh-pH en los procesos hidrometalúrgicos que se utilizan para la extracción de oro.

- 5.1. Química de reacción del oro.
5.2. Diagramas Eh-pH para oro.

6. Pre-oxidación de minerales auríferos. 3 horas.

Objetivo: Conocer los procesos de pre-oxidación a que son sometidos los minerales, previo a los procesos de extracción convencionales para optimizar la recuperación de oro.

- 6.1. Oxidación con oxígeno a baja presión.
6.2. Oxidación no ácida con oxígeno a alta presión.
6.3. Oxidación pirometalúrgica.

7. Lixiviación con cianuro o cianuración. 8 horas.

Objetivo: Conocer los fundamentos de la lixiviación de oro en soluciones alcalinas de cianuro y las técnicas existentes a nivel industrial para la disolución de oro con cianuro.

- 7.1. Química de las soluciones de cianuro.
7.2. Disolución de oro con cianuro.
7.3. Cinética de reacción de lixiviación de oro con cianuro.
7.4. Comportamiento de otros minerales en soluciones alcalinas de cianuro.
7.5. Lixiviación con agitación.
7.6. Lixiviación en pilas.
7.7. Lixiviación intensiva.
7.8. Lixiviación en bateas.
7.9. Lixiviación In Situ.

8. Purificación y concentración de la solución. 8 horas.

Objetivo: Dar a conocer al alumno las alternativas que se tienen para purificar y concentrar las soluciones de oro procedentes de las etapas de lixiviación.

- 8.1. Adsorción con carbón.
8.2. Resinas de intercambio iónico.
8.3. Extracción por solventes.

9. Recuperación de oro de la solución. 7 horas.

Objetivo: Dar a conocer al alumno las principales alternativas que se tienen para recuperar el oro en solución.

- 9.1. Precipitación con polvo de zinc.
9.2. Electrodeposición.

10. Refinación de oro. 9 horas.

Objetivo: Dar a conocer al alumno las principales alternativas que se tienen para refinar el oro obtenido de las en soluciones de lixiviación.

- 10.1. Refinación pirometalúrgica del oro.
10.2. Refinación hidrometalúrgica por lixiviación ácida.
10.3. Métodos pirometalúrgicos para la producción de bullion crudo.
10.4. Refinación piro e hidrometalúrgica del bullion.

METODOLOGÍA

Clases teóricas frente al grupo, apoyadas con material didáctico, trabajos en equipos, exposiciones de temas de

investigación y visitas a plantas minero-metalúrgicas.

EVALUACIÓN

La calificación de los exámenes parciales y final ordinario comprende:
- Examen escrito 70 %

- Tareas, trabajos y exposiciones 30%

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA BASICA.

- a. Marsden J. O., House C. I., The Chemistry of Gold Extraction, 2ª. Ed., 2006, SME. USA.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA.

- b. Gill, C.B., Metalurgia Extractiva No Ferrosa, 1989, Limusa. México.
- c. Mular A. L., Halbe D. N., Barratt D. J., Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control, 2a. Ed., 2002, SME. USA.