

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

PROGRAMAS DE ESTUDIO
SÉPTIMO/OCTAVO/NOVENO SEMESTRE

Asignatura BIOLIXIVIACIÓN DE MINERALES	Ciclo TERMINAL Y DE PRE-ESPECIALIZACIÓN	Área INGENIERÍA METALÚRGICA	Departamento INGENIERÍA METALÚRGICA
---	--	--	--

HORAS/SEMANA				
OPTATIVA	Clave	TEORÍA 3 h	PRÁCTICA 3 h	CRÉDITOS 9

Tipo de asignatura:	TEÓRICO-PRÁCTICA
Modalidad de la asignatura:	CURSO

ASIGNATURA PRECEDENTE: Ninguna.
ASIGNATURA SUBSECUENTE: Ninguna.
OBJETIVO(S): Integrar el fenómeno de biolixiviación de minerales dentro del conocimiento de los procesos de extracción. Aplicar los conocimientos básicos de termodinámica, cinética, hidrometalurgia y microbiología, reconociendo su efecto en las variables del proceso de biolixiviación. Aplicar los fundamentos al análisis y diseño de procesos de biolixiviación de minerales y tratamiento de efluentes de mina. Conocer el potencial de aplicación presente y futuro de la biolixiviación como proceso alternativo en la extracción de metales.

UNIDADES TEMÁTICAS

NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD	UNIDAD
6T—6P 12 h.	1. INTRODUCCIÓN 1.1. Generalidades sobre procesos de biotecnología minera. 1.2. Importancia de la aplicación de técnicas biológicas a la extracción de metales. 1.3. Aspectos históricos. 1.4. Hidrometalurgia, biohidrometalurgia y pirometalurgia. 1.5. Ventajas y desventajas de la biolixiviación.
6T—6P 12 h.	2. FUNDAMENTOS DE MICROBIOLOGÍA. 2.1. Microorganismos de uso en biolixiviación (aspectos generales, principales grupos, características, requerimientos energéticos, condiciones físicas para el crecimiento). 2.2. Crecimiento bacteriano (etapas de crecimiento, cinética de crecimiento, control, obtención de biomasa). 2.3. Factores que afectan la actividad bacteriana (pH, potencial electroquímico, temperatura, nutrientes, disponibilidad de oxígeno y de dióxido de carbono). 2.4. Otros factores (tolerancia a los metales, tensoactivos y disolventes orgánicos, formación de compuestos insolubles, formación de complejos metal-polímeros extracelulares). 2.5. Evaluación.
15T—15P	3. FUNDAMENTOS DE BIOLIXIVIACIÓN.

30 h.	<p>3.1. Minerales susceptibles a la biolixiviación (composición mineralógica, características físicas y químicas, preparación).</p> <p>3.2. Definición de biolixiviación y biooxidación de minerales.</p> <p>3.3. Mecanismos (directo, indirecto, electroquímico, otros).</p> <p>3.4. Métodos de biolixiviación (estáticos, dinámicos).</p> <p>3.5. Ensayos (metodología, información de parámetros de biolixiviación, valoración de resultados).</p>
6T—6P 12 h.	<p>4. PRINCIPIOS TERMODINÁMICOS DE BIOLIXIVIACIÓN.</p> <p>4.1. Reacciones químicas y reacciones metabólicas.</p> <p>4.2. Reacciones electroquímicas y efectos galvánicos.</p> <p>4.3. Efecto de ion catalítico.</p> <p>4.4. Evaluación.</p>
9T—9P 18 h.	<p>5. PROCESOS DE BIOLIXIVIACIÓN.</p> <p>5.1. Aspectos generales (microorganismos, reacciones, minerales, métodos).</p> <p>5.2. Aplicaciones más comunes (minerales de uranio, minerales de cobre, minerales refractarios de oro y/o plata).</p> <p>5.3. Aplicaciones recientes (concentrados de flotación, recuperación de otros metales).</p> <p>5.4. Aplicaciones futuras (bioremediación de residuos mineros, biobeneficio de minerales).</p> <p>5.5. Factibilidad económica y técnica de procesos de biolixiviación.</p>
6T—6P 12 h.	<p>6. PROCESOS MICROBIOLÓGICOS RELACIONADOS.</p> <p>6.1. Drenajes ácidos de mina.</p> <p>6.2. Tratamiento de carbones.</p> <p>6.3. Biodegradación de cianuros.</p> <p>6.4. Tratamiento de efluentes de mina y suelos contaminados (remoción de contaminantes metálicos por procesos de biosorción, biomineralización y bioprecipitación)</p> <p>6.5. Evaluación.</p>

SUMA: 48T - 48P

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Erlich, H. C. and Brierley, C. L. (Eds.), *Microbial Mineral Recovery. Environmental Biotechnology*, N. Y, U. S. A., McGraw Hill Pub. Co. 1990.
2. Kawastra, S. K. and Natarajan, K. A. (Editors), *Mineral Biotechnology: Microbial Aspects of Mineral Beneficiation, Metal Extraction, and Environmental Control*, Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc. 2001, 272 pp. ISBN 0-87335-201-7.
3. Smith, R. W. and Misra, M. (Eds.) *Mineral Bioprocessing*, Minerals, Metals and Materials Society Pub. 1991, 495 pp. ISBN 0-87339-175-6.
4. Hughes, M. N. and Poole, R. K., *Metal and Micro-organisms*, Chapman and Hall Pub. ISBN: 0-412-24400-4.
5. Metal Extraction by Bacterial Oxidation of Minerals". Eds: J. Barrett, M.N. Hughes, G.I. Karavaiko and P.A. Spencer. Ellis Horwood Series in Inorganic Chemistry. Ellis Horwood Limited. Great Britain, 1993.
6. Habashi, F., *Principles of Extractive Metallurgy, V 2 Hydrometallurgy*, New York, Science Publishers, 1980.
7. BioHydroMetallurgy". Giovanni Rossi. McGraw-Hill, Germany, 1990
8. Medrano Roldán, H. y Galán Wong, L. J. (editores), *Biotechnología de minerales*. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango COCYTED, ISBN-968-5184-08-9. México, 2000.
9. Biosorption of Heavy Metals". Volesky B. CRC Press, Boca Raton, 1990

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Publicaciones periódicas especializadas.
2. Memorias en extenso de Congresos especializados.
3. Textos de Microbiología

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El presente curso es del tipo de ingeniería aplicada, por lo tanto, el alumno requerirá incorporar conocimientos de termodinámica y cinética que le permitan conocer las condiciones bajo las cuales se realizan los procesos de extracción biohidrometalúrgica de minerales o concentrados. En consecuencia, la metodología de la enseñanza deberá consistir en la exposición de los temas seguida de ejemplos de aplicación que muestren metodologías de cálculo que refuercen los conceptos teóricos asociados. Así mismo este tipo de conceptos podrán ser evaluados en forma experimental a través de las prácticas de laboratorio.

FORMA DE EVALUAR

Se aplicarán durante el curso tres exámenes parciales con duración de 1.5 h. cada uno, en donde se examinará el dominio de los conceptos y metodologías de cálculo expuestos en las unidades de estudio. Se proporcionará al alumno un conjunto de series de problemas que le permitan reconocer las condiciones bajo las cuales los procesos son realizados. Se aplicará un examen final para evaluar el desempeño del alumno en este curso, tomando en cuenta la evaluación en las clases de laboratorio.

PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIENES PUEDEN IMPARTIR LA ASIGNATURA

Óptimo: Profesor de carrera con formación de licenciatura en Ingeniería Metalúrgica y posgrado en Metalurgia o afines y con actividad de investigación en procesos de extracción biohidrometalúrgica. Mínimo aceptable: un profesor con licenciatura en ingeniería metalúrgica o afín y un profundo conocimiento de los procesos de extracción incluida la biolixiviación.