

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MI 4100	FUNDAMENTOS DE METALURGIA EXTRACTIVA			
Nombre en Inglés				
Fundamentals of Extractive Metallurgy				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
MI4110, Físico Química Metalúrgica			Obligatorio para: Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería Mención Minería y Metalurgia Extractiva.	
Competencias a las que tributa el curso				
Competencias Específicas:				
CE2: Concebir, diseñar, optimizar e implementar soluciones científico-tecnológicas en explotación de yacimientos, procesamiento de minerales o metalurgia extractiva.				
Competencias genéricas:				
CG1: Comunicar ideas y resultados de trabajos profesionales o de investigación, en forma escrita y oral, tanto en español como en inglés.				
CG5: Gestionar su auto-aprendizaje en el desarrollo del conocimiento de su profesión, adaptándose a los cambios del entorno.				
Propósito del curso				
<p>El curso MI 4100, Fundamentos de Metalurgia Extractiva, tiene como propósito que el estudiante estime la viabilidad de procesos de metalurgia extractiva para diferentes elementos, basándose en fundamentos científicos y técnicos de la metalurgia extractiva tales como las reacciones, los principios termodinámicos, la cinética de procesos químicos y electroquímicos involucrados en la obtención de elementos, incluyendo el reconocimiento de tecnologías afines así como el desarrollo de nuevas tendencias originadas en desafíos actuales dentro de las áreas de hidrometalurgia, pirometalurgia y electrometalurgia. Para ello, analiza las principales operaciones y procesos metalúrgicos, y es capaz de trabajar con diagramas de flujo y realizar balances de masa y energía, a fin de evaluar la eficiencia de procesos.</p> <p>La estrategia metodológica es activo participativa. El estudiante trabaja en clases en proyectos de corto alcance, tanto individualmente como en grupo, con un fuerte componente en el análisis de lecturas técnicas en las áreas abordadas tanto en español como en inglés.</p>				

Resultados de Aprendizaje

CE2-RA1: Aplica los fundamentos físicos y químicos a procesos metalúrgicos tales como fundición, lixiviación, electro-obtención y aplicaciones medioambientales, los que distingue y describe, a fin de establecer requerimientos adecuados al proceso global.

CE2-RA2: Evalúa la eficiencia de cada proceso metalúrgico, analizando las principales operaciones y procesos metalúrgicos reales, mediante el uso de balances de masas globales y por componente, así como también balances de energía para estimar su viabilidad.

CE2-CG1-RA3: Construye diagramas termodinámicos y cinéticos, los que interpreta, considerando un análisis de la compatibilidad entre operaciones, a fin de obtener mejoras en eficiencias de procesos.

CE2-CG5-CG1-RA4: Analiza tendencias actuales en hidro, piro y electrometalurgia, en diseño de equipos y plantas, considerando fundamentos físico-químicos, a fin de argumentar por escrito y técnicamente sobre el aporte de estas tendencias, con base en evidencia.

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La estrategia metodológica es activo participativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases expositivas con estructura de INICIO – DESARROLLO - CIERRE • Clases auxiliares con ejemplos y ejercicios prácticos • Análisis de casos 	<p>La propuesta de evaluación es de proceso y contempla instancias tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controles - Ejercicios - Trabajos escritos - Examen

Unidades Temáticas

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	RA1	Pirometalurgia	5
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
1.1. Tratamiento de Óxidos y Sulfuros. 1.2. Consideraciones Termodinámicas y Cinéticas. 1.3. Operaciones pirometalúrgicas (secado, tostación, fusión, conversión, refinación, moldeo, limpieza de escoria). 1.4. Tratamiento de gases en planta de ácido y procesos alternativos de tratamiento. 1.5. Distribución de impurezas y su tratamiento. 1.6. Tendencias Modernas.		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Determina la relación entre fundamentos termodinámicos y cinéticos con las operaciones unitarias, estableciendo el vínculo con el negocio de fundición. Distingue procesos metalúrgicos tales como fundición, lixiviación, electro-obtención y aplicaciones, según su función. Analiza cómo se realiza el tratamiento de gases en plantas de ácido, comparándolo con procesos alternativos de tratamiento en cuanto a ventajas y desventajas de cada uno. Describe la distribución de impurezas, revisando aspectos técnicos sobre el tipo de tratamiento. Compara las operaciones convencionales de pirometalurgia con las nuevas tendencias en minería, determinando ventajas y desventajas de cada una. Examina las tendencias modernas de cambios en pirometalurgia considerando mejoras en el diseño de equipos, plantas y su aporte al desarrollo de la minería. 	Biswas Caps. 3, 4, 6, 8-12, 18 Hayes Caps. 5-7

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	RA1-RA2	Hidrometalurgia	5
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
<p>2.1 Lixiviación: química, bacteriana, minerales y concentrados, in-situ de minerales, pilas, botaderos, bateas y reactores.</p> <p>2.2 Extracción por solvente. Fundamentos del proceso.</p> <p>2.3 Aspectos termodinámicos y cinéticos avanzados de lixiviación, extracción con solventes y/o tratamiento de residuos líquidos.</p> <p>2.4 Antecedentes sobre tratamiento de riles y aguas ácidas. Neutralización y absorción.</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza situaciones de procesos hidrometalúrgicos, realizando balances de masa y energía, mediante cálculos, incluyendo procesos de tratamiento de residuos líquidos a fin de determinar la eficiencia de los procesos de lixiviación y extracción con disolventes. 2. Relaciona las funciones termodinámicas con el equilibrio, considerando fundamentos avanzados de termodinámica y cinética. 3. Utiliza las funciones termodinámicas y su relación con el equilibrio, en procesos hidrometalúrgicos, basándose en fundamentos avanzados de termodinámica y cinética aplicables a casos concretos en ejercicios. 	<p>Havlik (2008)</p> <p>Ritcey (2006) Trat Res</p> <p>Estudios de bibliografía</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	RA3–RA4	Electrometalurgia	5
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
3.1. Aspectos termodinámicos y cinéticos. 3.2. Cementación. 3.3. Electro refinación. 3.4. Electro obtención. 3.5. Tendencias Modernas.		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Elabora diagramas de Evans, a fin de obtener mejoras en eficiencia de procesos, los que interpreta en el contexto de la electrometalurgia. 2. Describe los objetivos, diagramas de flujo y métodos de cálculo de las operaciones convencionales de electrometalurgia, los que aplica a ejemplos concretos. 3. Explica, a nivel conceptual y con ejemplos, las tendencias modernas de cambios en electrometalurgia tales como mejoras en el diseño de equipos y plantas, y su aporte al desarrollo de la minería, los que expone al grupo de manera clara, coherente, basado en evidencia. 4. Contrasta las operaciones convencionales de electrometalurgia con las nuevas tendencias, determinando ventajas y desventajas de cada una. 	Bockris Tomo II, Caps. 7, 8, 9, 11. Walsh Caps. 1-11

Bibliografía General

Bibliografía

(4) Bockris:

J. O. M. Bockris and A. K. N. Reddy, "Modern Electrochemistry" Vol II., Plenum Press, New York, 2000

(6) Domic:

E Domic, Hidrometalurgia: fundamentos, procesos y aplicaciones, 2001

Bibliografía de base

(1) Biswas:

A. K. Biswas & W. G. Davenport, "Extractive Metallurgy of Copper", 3rd Ed., Pergamon Press, London, U.K., 1994.

(2) Copper:

J. Copper, "Leaching, Solvent Extraction and Electrowinning technology. SME Press. 1999.

(3) Havlik:

F. Habashi, "Handbook of Extractive Metallurgy", Weinheim, Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 1997.

(5) Walsh

F Walsh, A first course in Electrochemical Engineering, Alresford Press, 1993

Bibliografía complementaria:

Papers, memorias de ingeniero sobre lixiviación de arsénico, de concentrados de cobre y lixiviación de minerales sulfurados de cobre de baja ley, utilizando procesos del tipo Cuprochlor (2015)

Vigencia desde:	2017
Elaborado por:	Luis Cifuentes, Gonzalo Montes, Leandro Voisin
Validado por:	Bruno Behn
Revisado por:	Área de Gestión Curricular, SGD