

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MI5101	Ingeniería de Procesos Metalúrgicos			
Nombre en Inglés				
Metallurgical processes engineering				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
MI4100 Fundamentos de Metalurgia Extractiva			Obligatorio de la carrera de ingeniería civil de minas	
Resultados de Aprendizaje				
Al final del curso el estudiante demuestra que:				
<ul style="list-style-type: none"> Diseña un proceso electrometalúrgico, hidrometalúrgico y/o pirometalúrgico, analizando problemas de ingeniería conceptual e identificando parámetros y variables aplicables en situaciones reales, mediante el desarrollo de estudios de casos. 				
Metodología Docente			Evaluación General	
<p>La metodología de trabajo será activo-participativa. Las distintas instancias serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> Clases expositivas Clases auxiliares con ejemplos y ejercicios prácticos Casos de estudio desarrollados mediante trabajos grupales. 			<p>La evaluación se hará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> Controles y examen. Actividades complementarias (tareas y ejercicios) Desarrollo de un proyecto que contempla presentaciones orales e informes escritos. <p>La ponderación será definida por los docentes del curso.</p>	

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Bases de la ingeniería de procesos metalúrgicos	2
Contenidos	Resultado de aprendizaje	Referencias a la Bibliografía
1. Introducción 1.1. Metales, sales y compuestos metalúrgicos. 1.2. Procesos metalúrgicos y tecnologías. 1.3. Mercados y centros de producción. 2. Perspectiva histórica de procesos y tecnologías metalúrgicas 2.1 Reactores de procesos a alta temperatura. 2.2 Tecnologías de fusión, conversión y refinado. 2.3 Tecnologías auxiliares, secado, tostación y tratamiento pirometalúrgico de escorias. 2.4 Refinerías electrolíticas 2.5 Pilas y reactores de lixiviación 2.6 Circuitos de extracción por solvente 2.7 Circuitos de intercambio iónico y carbón activado. 2.8 Naves de electro-obtención. 2.9 Tecnologías nuevas de purificación y separación.	El estudiante: 1. Identifica y describe las operaciones principales en metalurgia extractiva y la influencia de los mercados en ella. 2. Analiza críticamente el estatus de la ingeniería de procesos metalúrgicos para formular estrategias nuevas de operaciones hidro- y piro-metalúrgicas. 3. Aplica las metodologías modernas para el diseño de plantas industriales.	- Habashi, 2002 Cap. 1 y 2 Vol. 2 - Burkin, 2001, Cap. 1 - Domic, 2001, Cap. 2 - Popov, 2002. Caps. 5-7 - Davenport, 2004, Caps. 1-3 - Schlesinger, 2011, Caps. 1-3

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Rutas de procesos metalúrgicos y diagramas de flujos de plantas metalúrgicas	2
Contenidos	Resultado de aprendizaje	Referencias a la Bibliografía
1.1 Industria del cobre 1.2 Industria del plomo 1.3 Industria del acero y del hierro 1.4 Industria de los metales preciosos 1.5 Industria del molibdeno 1.6 Industrias de sales (nitratos, yodo, litio) 1.7 Otros	El estudiante: 1. Reconoce y construye de manera esquemática las alternativas de rutas de extracción de las especies de interés considerando el origen de sus fuentes y la asociación mineralógica 2. Evalúa la ruta óptima de proceso para la extracción conjunta y selectiva de especies de interés.	- Habashi, 2002, Cap. 1 - Burkin, 2001, Cap. 5 - Schlesinger, 2011 Caps. 5 - 17

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Diseño y operación de circuitos productivos en industrias de metales y minerales industriales	4
Contenidos	Resultado de Aprendizaje	Referencias a la Bibliografía
<p>1. Diseño y análisis de proceso</p> <p>1.1 Relaciones insumo-producto</p> <p>1.2 Variables de diseño y operación</p> <p>1.3 Modelación matemática de estado autógeno de procesos</p> <p>1.4 Matriz de balance de masa y calor</p> <p>1.5 Matriz de distribución de impurezas</p> <p>1.6 Análisis de sensibilidad de variables de control</p> <p>1.7 Secuenciamiento y programación de operaciones</p> <p>1.8 Optimización del procesos metalúrgicos</p> <p>2. Costos</p> <p>2.1 Costos de inversión y operación</p> <p>2.2 Estimaciones de CAPEX y OPEX</p>	<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Diseña un proceso metalúrgico extractivo en su etapa de ingeniería conceptual. Identifica las variables de operación y control de los procesos metalúrgicos. Analiza críticamente los principales métodos para la resolución de circuitos de procesos industriales. Aplica metodologías de evaluación y estimación de costos a plantas metalúrgicas 	<p>- Domic, 2001 Caps. 7-14</p> <p>- Davenport, 2004, Cap. 4</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Desarrollo de Estudios de Casos	7
Contenidos	Resultado de Aprendizaje	Referencias a la Bibliografía
<p>Los estudios de casos comprenden tres áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Hidrometalurgia ✓ Electrometalurgia ✓ Pirometalurgia <p>Cada área estará a cargo de un profesor que les presentará un proyecto de estudio de caso aplicado a problemas reales relacionados con ingeniería de procesos metalúrgicos.</p> <p>Se desarrollarán con informes de avance, discusiones y presentaciones.</p>	<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Diseña, a partir de datos derivados de casos industriales reales, las operaciones necesarias para la extracción de metales. Analiza, desde un punto de vista de ingeniería conceptual, posibles variaciones y condiciones operacionales de las diferentes etapas para mejorar la eficiencia de los procesos metalúrgicos. 	<p>Los alumnos deberán usar la bibliografía indicada en el curso y complementar con búsquedas de información en la biblioteca central.</p>

Bibliografía General

1. Burkin:
A. R. Burkin, Chemical Hydrometallurgy, Imperial College Press, 2001.
2. Davenport:
W.G. Davenport, D. M. Jones, M. J. King and E. H. Partelpoeg, "Flash Smelting", 2nd Ed., Pergamon Press, Oxford, U.K., 2004.
3. Domic:
E. Domic, Hidrometalurgia: fundamentos, procesos y aplicaciones, Andros Impresores Ltda., Santiago, Chile, 2001.
4. Habashi:
F. Habashi, "A Textbook of Pyrometallurgy". Métallurgie Extractive Québec, Enr., Canada, 2002.
5. Newman:
J. Newman, K. Thomas-Alyea, Electrochemical Systems, Wiley, 2004.
6. Popov:
K. Popov, S. S. Djokic, B. N. Grgur, Fundamental Aspects of Electrometallurgy, Kluwer-Plenum, 2002.
7. Schlesinger:
M. Schlesinger, M. King, K. C. Sole and W.G. Davenport, "Extractive Metallurgy of Copper", 5th Ed., Elsevier, Oxford, U.K., 2011.

Vigencia desde:	Otoño 2012
Elaborado por:	Jesús Casas
Revisado por:	Luis Cifuentes Leandro Voisin Gonzalo Montes Área de Desarrollo Docente (ADD)