

PROGRAMA DE CURSO INGENIERÍA DE PROCESOS METALÚRGICOS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería de Minas					
Nombre del curso	Ingeniería de Procesos Metalúrgicos	Código	MI5101	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Metallurgical processes engineering</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Electivo				X	
	Obligatorio para carrera de Ingeniería Civil de Minas V3					
	Electivo para carrera de Ingeniería Civil de Minas V5					
Requisitos	MI4135: Metalurgia Extractiva					

B. Propósito del curso:

El curso MI5101, Ingeniería de procesos metalúrgicos, tiene como propósito que el estudiante proponga soluciones a problemas de ingeniería conceptual relacionados con la metalurgia extractiva en la práctica industrial. Para esto, utiliza fundamentos electrometalúrgicos, hidrometalúrgicos y/o pirometalúrgicos; asimismo, identifica y analiza parámetros y variables aplicables a situaciones reales en cada una de las áreas, los que plasma en un proyecto de trabajo que aborda estos temas.

La estrategia metodológica a utilizar es activo – participativa; permite que el estudiante trabajen clases mediante resolución de problemas cercanos a la realidad industrial, así como con estudios de caso, en forma individual y colectiva, a modo de fomentar el trabajo en equipo, gestionando su autoaprendizaje, por medio de diversas actividades como resolución de ejercicios, presentaciones orales, redacción de propuestas iniciales de proyecto, entre otras.

El curso tributa a las siguientes competencias del perfil de egreso:

CE2: Concebir, diseñar, optimizar e implementar soluciones científico-tecnológicas en explotación de yacimientos, procesamiento de minerales o metalurgia extractiva.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Determina el diagrama de proceso de la metalurgia extractiva, que incluye las operaciones, así como flujos de masa y calor, a fin de dimensionar cada uno de los equipos de procesamiento piro, hidro y electrometalúrgico.
CE2	RA2: Distingue fases, componentes de un proyecto en electrometalurgia, hidro y pirometalurgia, entre otros, identificando parámetros y variables a situaciones de faenas, a fin de determinar las etapas de una práctica industrial.
CE2	RA3: Elabora una propuesta de solución para la actual práctica industrial en metalurgia extractiva, considerando la actividad relacionada con servicios para la minería, en el marco de una licitación real.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Expone, en forma grupal, una solución sobre la actual práctica industrial en metalurgia extractiva, considerando viabilidad, criterios técnicos para su diseño, a fin de explicar la consistencia y viabilidad de su propuesta de manera clara y coherente.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2	Procesos pirometalúrgicos	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Metales y compuestos metalúrgicos. 1.2. Mercados y centros de producción. 1.3. Tecnologías a altatemperatura de obtención decobre, a partir de concentrados. 1.4. Operaciones unitarias fusión, conversión y refino a fuego. 1.6. Operaciones auxiliares, secado, tostación, tratamiento de escorias y gases. 1.7. Control operacional. 1.8. Aplicaciones pirometalúrgicas para la obtención de otros metales. 1.9. Siderurgia. 1.10. Níquel.		El/la estudiante: 1. Determina la relación entre los procesos pirometalúrgicos y el desarrollo del mercado local y mundial del cobre, determinando tendencias tecnológicas y capacidades de producción, a partir de ejemplos concretos. 2. Identifica distintos tipos de reactores de fundición, estableciendo su rango de aplicación. 3. Reconoce la existencia, viabilidad y lógica de alternativas de circuitos pirometalúrgicos, elaborando e interpretando diagramas de bloques.	
Bibliografía de la unidad		Davenport: W.G. Davenport, D. M. Jones, M. J. King and E. H. Partelpoeg, "Flash Smelting", 2 nd Ed., Pergamon Press, Oxford, U.K., 2004. Habashi: F. Habashi, "A Textbook of Pyrometallurgy". Métallurgie Extractive Québec, Enr., Canada, 2002. Schlesinger: M. Schlesinger, M. King, K. C. Sole and W.G. Davenport, "Extractive Metallurgy of Copper", 5 th Ed., Elsevier, Oxford, U.K., 2011.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2	Hidro/Electrometalurgia	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Pilas y reactores de lixiviación. 2.2. Circuitos lixiviación – extracción por solventes-electro obtención en la Hidrometalurgia del cobre y otros metales. 2.3. Electro refinación de cobre. 2.4. Procesos Hidrometalúrgicos del oro: cianuración, absorción con carbón activado, proceso Merrill – Crowe, electro obtención.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica distintos tipos de reactores de lixiviación, estableciendo su rango de aplicación. 2. Elabora e interpreta diagramas de bloques, determinando la existencia, viabilidad y lógica de alternativas de circuitos hidrometalúrgicos, 3. Determina requerimientos de carácter técnico sobre la producción de hidro/electrometalurgia y tipos de alimentación, considerando el dimensionamiento de circuitos y equipos. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Burkin: A. R. Burkin, Chemical Hydrometallurgy, Imperial College Press, 2001. Domic: E. Domic, Hidrometalurgia:fundamentos, procesos y aplicaciones, Andros Impresores Ltda., Santiago, Chile, 2001. Newman: J. Newman, K. Thomas- Alyea, Electrochemical Systems, Wiley, 2004. Popov: K. Popov, S. S. Djokic, B. N.Grgur, Fundamental Aspects of Electrometallurgy, Kluwer-Plenum, 2002.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA4	Operaciones de metalurgia extractiva: e estudios de caso	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Estudios de caso sobre operaciones de metalurgia extractiva y temas relacionados.</p> <p>3.2. Búsqueda de antecedentes bibliográficos sobre temas de metalurgia extractiva y temas relacionados.</p> <p>3.3. Proyecto como una herramienta de la ingeniería: -importancia de los objetivos. -manejo de antecedentes. -metodología de trabajo. -Cálculo de costos y tiempos de ejecución.</p> <p>3.4. Mecanismos de presentación de proyectos. -Presentación de una propuesta coherente e innovadora en el área de metalurgia extractiva y temas relacionados. -Manejo de la información respecto del proyecto investigado.</p> <p>3.5. Temas de proyecto. -Tratamiento de residuos líquidos. -Evaluación de la implementación de procesos nuevos de lixiviación de sulfuros primarios: galvanox, cuprochlor, entre otros. -Evaluación de procesos de absorción en operaciones de procesamiento de minerales Reducción de la energía requerida en procesos ya implementados, entre otros.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sintetiza información sobre un problema a investigar en sobre problemas actuales de la metalurgia extractiva, a partir de una búsqueda y selección de bibliografía técnica, estableciendo los antecedentes del proyecto. 2. Plantea los objetivos, antecedentes, metodología, costos y tiempos de ejecución de un proyecto, los que deben presentar coherencia y precisión con el problema de investigación. 3. Explica, en forma oral y escrita, con claridad y coherencia la viabilidad y consistencia del proyecto, considerando sus etapas. 	
Bibliografía de la unidad		Libro propuestas de proyecto en minería	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología de trabajo es activo- participativa:

- Clases expositivas con estructura de INICIO – DESARROLLO – CIERRE
- Clases auxiliares prácticas.
- Resolución de ejercicios prácticos.
- Casos de estudio desarrollados mediante trabajos grupales.
- Exposiciones orales.

F. Estrategias de evaluación:

La evaluación es de proceso y contempla instancias tales como:

- Controles (3)
- Examen.
- Actividades complementarias (tareas y ejercicios).
- Desarrollo de un proyecto que contempla presentaciones orales e informes escritos.

La ponderación será definida por los docentes del curso.

G. Recursos bibliográficos:

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.

8. Anderson:

C. Anderson, R. Dunne, J. Uhrig, Mineral processing and extractive metallurgy: 100 years of innovation. First edition, 2014.

Aparte de esta bibliografía básica, se trabaja con una serie de apuntes (artículos) seleccionados para las sesiones de trabajo.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

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