

ANTECEDENTES GENERALES

Carrera	INGENIERÍA CIVIL EN PROCESOS DE MINERALES			
Nombre de la asignatura	Pirometalurgia			
Código de la asignatura	CPIQ81			
Año/Semestre	4to año / VIII Semestre			
Coordinador Académico	PAULA MARIN AGUIRRE			
Equipo docente	PAULA MARIN AGUIRRE			
Área de formación	FORMACIÓN PROFESIONAL			
Créditos SCT	6 Créditos			
Horas de dedicación	Actividad presencial	HORAS PEDAGÓGICAS → 4P	Trabajo autónomo	HORAS CRONOLÓGICAS → 9C
Fecha de inicio	12 DE AGOSTO DE 2024			
Fecha de término	6 DE DICIEMBRE DE 2024			

DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

La presente asignatura se desarrolla en el ámbito de la Formación Profesional, es obligatoria y teórico-práctica. La asignatura tributa a la competencia 1.3 “Domina los fundamentos de la especialidad como procesos de separación, transferencia de energías, conminución, cinética y reactores químicos necesarios para el diseño de procesos de minerales”.

En esta asignatura los estudiantes serán capaces de analizar críticamente problemas de las ciencias de la especialidad que faciliten la resolución de problemas en el ámbito profesional. La asignatura entregará fundamentos teóricos de procesos pirometalúrgicos para minerales de cobre, así como una descripción de las actuales tecnologías en hornos de fusión y etapas de conversión. Los procesos se abordan desde una visión macroscópica, analizando las principales variables que influyen sobre el rendimiento de las operaciones. Sin embargo, las explicaciones se buscarán a través de los fenómenos que ocurren en escala microscópica, estudiando las reacciones químicas y propiedades de fases e interfaces. El alumno será sometido a brindar análisis crítico sobre tópicos especializados en la materia.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

1.3.2.1 Analiza de forma crítica los resultados obtenidos a partir de cálculos de conminución y concentración de minerales para la dimensión y selección de equipos de procesos pirometalúrgicos.

1.3.2.2 Analiza diversas variables de las operaciones metalúrgicas asociadas a los productos del proceso pirometalúrgico del cobre (escoria, mata, cobre blíster y gases) considerando requerimientos técnicos y económicos.

UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN A OPERACIONES DE CONCENTRACIÓN

OBJETIVO:

Analizar las etapas involucradas en el circuito de concentración de sulfuros

CONTENIDOS

- 1.1 Reducción de tamaño y necesidades energéticas
- 1.2 Fundamentos de flotación por espuma
- 1.3 Fundamentos del manejo de relaves y reciclado de agua
- 1.4 Economía circular en etapas de concentración

UNIDAD 2: FUNDAMENTOS DE FUNDICIÓN

OBJETIVO

Comprender los principios de procesos de fundición, evaluando diagramas de fases para comprender rangos viables en que se puede llevar a cabo la operación.

CONTENIDOS

- 2.1 ¿Por qué fundir?
- 2.2 Mata y escoria
- 2.3 Reacciones durante la fundición
- 2.4 Productos de fundición: mata, escoria, y gas de escape

UNIDAD 3: TÉCNOLOGÍAS DE FUSIÓN

OBJETIVO

Conocer las principales tecnologías de fusión así como su evolución histórica, uso en Chile y en el extranjero.

CONTENIDOS

- 3.1 Fusión Flash-Proceso Outokumpu
- 3.2 Fusión Flash-Inco
- 3.3 Noranda y Teniente

UNIDAD 4: CONVERSIÓN BATCH DE LA MATA DE COBRE

OBJETIVO

Conocer el proceso de producción de cobre blíster, destacando la tecnología del convertidor Peirce-Smith

CONTENIDOS

- 4.1 Química en conversión

- 4.2 Operación de conversión mediante convertidor Peirce-Smith
- 4.3 Impacto de oxígeno enriquecido
- 4.4 Maximizar la productividad en etapas de conversión
- 4.5 Tecnologías alternativas para conversión

UNIDAD 5: TRATAMIENTO DE ESCORIAS

OBJETIVO

Profundizar en el conocimiento de las escorias, desde sus propiedades fisicoquímicas hasta la caracterización de escorias industriales.

CONTENIDOS

- 5.1 Propiedades fisicoquímicas de las escorias
- 5.2 Caracterización de escorias industriales
- 5.3 Pérdida de cobre en las escorias
- 5.4 ¿Es posible dar valor a las escorias?

UNIDAD 6: CAPTURA Y FIJACIÓN DEL SULFURO

OBJETIVO

La vía más común para remover el azufre de los minerales sulfurados de cobre es a través de SO₂. Sin embargo, este compuesto es perjudicial tanto para la flora y fauna de sectores aledaños a las operaciones. En este capítulo se abordan las principales formas de mitigar su impacto ambiental.

CONTENIDOS

- 6.1 Gases de escape de etapas de fundición y conversión
- 6.2 Tratamiento del gas de escape
- 6.3 Secado del gas
- 6.4 Planta de ácido y reacciones químicas
- 6.5 Producción de ácido sulfúrico
- 6.6 Desarrollos recientes y futuros en producción de ácido sulfúrico
- 6.7 Productos alternativos del sulfuro

UNIDAD 7: PIRO-REFINACIÓN Y FUNDICIÓN DE ÁNODOS: REMOCIÓN DE SULFURO Y OXÍGENO

OBJETIVO

El cobre producido en etapas de fundición y conversión requiere una post refinación para remover el azufre remanente y oxígeno disuelto. En esta unidad se repasarán las técnicas para llevar a cabo este tipo de refinaciones, así como la formación de ánodos.

CONTENIDOS

- 7.1 Métodos industriales de piro-refinación
- 7.2 Química en piro-refinación
- 7.3 Elección de hidrocarburos para la desoxidación
- 7.4 Fundición continua de ánodos
- 7.5 Remoción de impurezas durante la piro-refinación

RA1: Unidades 1-3

RA2: Unidades 4-7

METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	ESTRATEGIA DIDÁCTICA	PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN
RA1. 1.3.2.1 Analiza de forma crítica los resultados obtenidos a partir de cálculos de conminución y concentración de minerales para la dimensión y selección de equipos de procesos pirometalúrgicos.	<u>AUTOAPRENDIZAJE</u> -Estudio individual -Lectura complementaria -Resolución de problemas <u>APRENDIZAJE INTERACTIVO</u> -Exposiciones del docente -Videos interactivos -Exposiciones de estudiantes <u>APRENDIZAJE COLABORATIVO</u> -Resolución de problemas	- Seminarios /Rúbrica Presentación (50%) - 1 Prueba parcial (control 1) 50%
RA2. 1.3.2.2 Analiza diversas variables de las operaciones metalúrgicas asociadas a los productos del proceso pirometalúrgico del cobre (escoria, mata, cobre blíster y gases) considerando requerimientos técnicos y económicos.	<u>AUTOAPRENDIZAJE</u> -Estudio individual -Lectura complementaria -Resolución de problemas <u>APRENDIZAJE INTERACTIVO</u> -Exposiciones del docente -Videos interactivos -Exposiciones de estudiantes <u>APRENDIZAJE COLABORATIVO</u> -Resolución de problemas	- Seminarios /Rúbrica Presentación (50%) - 1 Prueba parcial (control 2) (50%)

- RA1: calificación corresponde al 50% seminario y 50% prueba teórica.
- RA2: calificación corresponde al 50% seminario y 50% prueba teórica.

Ponderación:

- RA1: 50%
- RA2: 50%

Fechas de Evaluaciones

- 1ª Prueba Parcial: lunes 07 de octubre 2024
- 2ª Prueba Parcial: martes 03 de diciembre 2024
- Trabajos prácticos 1: presentación oral
- Trabajos prácticos 2: presentación oral

BIBLIOGRAFÍA.

Bibliografía Básica

- Anil K. Biswas y W. G. Davenport. "Extractive metallurgy of copper", Pergamon Press, 1980, Reino Unido. (669.3 BIS extr).

Bibliografía Complementaria

- M. Sánchez y I. Ivan. "Pirometalurgia del cobre y comportamiento de sistemas fundidos". Universidad de Concepción, 2002.
- M.E. Schlesinger, K.C. Sole, W.G. Davenport y G.R.A. Flores. "Extractive metallurgy of copper". Elsevier, 2021.
- R.R. Moskalyk y A.M. Alfantazi. Review of copper pyrometallurgical practice: today and tomorrow. Minerals Engineering, 2003, 16(10), 893-919.
- P. Taskinen, G. Akdogan, I. Kojo, M. Lahtinen y A. Jokilaakso. "Matte converting in copper smelting". Mineral Processing and Extractive Metallurgy, 2019, 128(1-2), 58-73.
- I. Bellemans, E. De Wilde, N. Moelans y K. Verbeken. "Metal losses in pyrometallurgical operations- A review". Advances in Colloid and Interface Science, 2018, 255, 47-63.