

PROGRAMA DE CURSO

INTRODUCCIÓN A YACIMIENTOS MINERALES

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Minas (DIMIN)					
Nombre del curso	Introducción a yacimientos minerales	Código	MI3210	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Introduction to ore deposits</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MI3105: Geología para Ingenieros, MI3100: Química mineralógica					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes identifiquen los procesos naturales que determinan la formación de los minerales, y reconozcan las características de los distintos tipos de yacimientos en Chile y el mundo, y el impacto que tienen en el negocio minero. Esto último, a partir de los distintos tipos de minerales de mena y de ganga característicos de cada tipo de yacimiento, y potenciales implicancias para efectos de explotación y procesamiento de minerales.

Asimismo, utilizan herramientas analíticas tales como el uso de diagramas ternarios y de estabilidad, para analizar los procesos fisicoquímicos que gobiernan la formación de minerales de mena.

Como parte del proceso de enseñanza – aprendizaje, transversalmente a las unidades, los y las estudiantes deben indagar sobre un yacimiento relevante a nivel nacional y mundial para exponer sobre este, utilizando los conceptos aprendidos durante el semestre.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Analizar datos y elaborar modelos para la caracterización geo-minero-metalúrgica de materiales, recursos minerales y procesos.

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.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	<p>RA1: Identifica y caracteriza tipos de yacimientos minerales de minería metálica y no metálica, considerando los procesos mineralizadores asociados a su formación.</p> <p>RA2: Utiliza herramientas analíticas tales como el uso de diagramas ternarios y de estabilidad, para analizar los procesos fisicoquímicos que gobiernan la formación de minerales de mena.</p>
CE2	RA3: Compara diferentes tipos de mineralización y yacimientos, reconociendo sus diferencias e implicancias para efectos de explotación y procesamiento de minerales.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Expone oralmente resultados de una investigación sobre un yacimiento, relevante para la industria chilena o mundial, demostrando en su presentación una integración de los aprendizajes vistos en clase, formalidad, ceñirse a un tiempo para la exposición, usar con precisión y claridad términos conceptos clave.
CG1, CG2	RA5: Lee, en español e inglés, artículos científicos y textos para extraer conceptos y sintetizar información sobre procesos de mineralización y yacimientos minerales.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA5	Identificación y clasificación de yacimientos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1.1. Contexto y conceptos básicos.</p> <p>1.2. Métodos de exploración de yacimientos minerales.</p> <p>1.3. Tipos de yacimientos asociados a minería metálica y no metálica.</p> <p>1.4. Principales yacimientos en Chile y el mundo, y sus características económicas.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Identifica y analiza procesos de exploración y caracterización de yacimientos. Clasifica los tipos de yacimientos minerales, a partir de las características geológicas de cada uno de ellos. Identifica yacimientos importantes en Chile y el mundo, considerando importancia económica, así 	

1.5. Yacimientos de hidrocarburos y energéticos.	como diferencias e impacto ambiental. 4. Lee en inglés y español artículos y textos, extrayendo y sintetizando información relevante sobre yacimientos minerales.
Bibliografía de la unidad	Moreno, T. & Gibbons, W. (2007). Cap 6 y 7. Tarbuck, E. J. & Lutgens, F. K. (2005). Cap 21. Abzalov, M. (2016). Cap 1. Kesler, S. and Simon, A., (2015). Cap 14.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2	Caracterización de procesos geoquímicos formadores de minerales	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Consideraciones fisicoquímicas básicas: equilibrio y regla de las fases. Formación de minerales de mena. 2.1.1. Mecanismos que determinan precipitación, reemplazo o zonación. 2.1.2. Alteración: tipos y procesos. 2.1.3. Formación de minerales de mena en ambientes acuosos (principios químicos, transporte de metales en soluciones acuosas). 2.1.4. Complejos iónicos sulfurados y clorurados. 2.1.5. Enriquecimiento secundario 2.2. Sistemas geoquímicos relevantes en los yacimientos chilenos (sistema de Fe – S, Cu-S, Zn – Fe – S).		El/la estudiante: 1. Analiza las variables fisicoquímicas (temperatura, composición, pH, volumen) de los procesos naturales que conducen a la formación de yacimientos. 2. Utiliza herramientas analíticas para la comprensión de las variables que gobiernan la formación de minerales (diagramas de estabilidad, diagramas ternarios).	
Bibliografía de la unidad		Guilbert & Park (1996), Cap 5, 6. Barnes, H.L. (1997), Cap 5.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA5	Procesos mineralizadores en la formación de yacimientos	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Procesos Mineralizadores: Cristalización Magmática. 3.1.1. Procesos hidrotermales. 3.1.2. Metamorfismo. 3.1.3. Sedimentación química. 3.1.4. Acumulación mecánica (placeres). 3.1.5. Procesos residuales. 3.1.6. Procesos supérgenos. 3.1.7. Procesos volcánicos. 3.1.8. Brechas.		El/la estudiante: 1. Describe los procesos de mineralización y los tipos de minerales asociados a ellos. 2. Compara procesos mineralizadores asociándolos al tipo de yacimiento. 3. Lee en inglés y español artículos y textos asociados a los procesos mineralizadores en la formación de yacimientos.	
Bibliografía de la unidad		Guilbert & Park (1996), Cap. 2, 3, 4. Pirajno, F. (2008). Cap 1 y 2. Robb (2005). Cap 3, 4 y 5.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3	Tipos de yacimientos minerales	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Tipos de yacimientos: pórfidos cupríferos y auríferos, yacimientos epitermales de metales preciosos. 4.1.2. Yacimientos de óxido de Fe (Cu-Au). 4.1.3. Yacimientos estratoligados de cobre. 4.1.4. La Franja Ferrífera chilena. 4.1.5. Nitratos y Salares.		El/la estudiante: 1. Identifica y caracteriza los principales tipos de yacimientos minerales y es capaz de asociarlos a los procesos mineralizadores. 2. Explica la importancia de los principales tipos de yacimientos minerales que se explotan en Chile en el negocio minero.	
Bibliografía de la unidad		Guilbert & Park (1996). Cap 8, Cap 9-20. Kesler, S. and Simon, A., (2015). Cap 1-4. Pirajno, F. (2008). Cap 5. Robb (2005). Cap 2. Scott, E. & Alderton, D. (2020). Vol 5.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA4, RA5	Implicancias de la geología en la actividad minera	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Tipos de yacimientos. Implicancias en la planificación minera. 5.3. Implicancias en los procesos geo-minero-metalúrgicos. 5.4. Implicancias económicas en la valorización de proyectos mineros.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza en profundidad la importancia de la geología y su relación con la explotación minera, el procesamiento de minerales y la metalurgia extractiva y valorización de proyectos mineros. 2. Asocia el tipo de yacimiento mineral con los diferentes tipos de explotación minera y procesamiento mineral. 3. Reconoce el impacto social y medioambiental asociado a la explotación de distintos tipos de yacimientos. 4. Expone resultados de un proyecto sobre un yacimiento relevante, considerando en su presentación claridad, precisión y coherencia en el discurso. 	
Bibliografía de la unidad		Kesler, S. and Simon, A., (2015). Cap 4, 5 y 6. Tarbuck, E. J.; Lutgens, F. K., y Tasa, D. (2005). Rudeno, V. (2012). Cap 5, 7.	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Laboratorios demostrativos – prácticos.
- Exposiciones: hay una exposición final, no obstante, los y las estudiantes presentarán avances de su trabajo durante el semestre.
- Análisis de casos.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias:

- Controles parciales.
- Evaluación actividades de laboratorio.
- Presentación oral que incluye los contenidos vistos durante el curso. Se busca que los y las estudiantes investiguen sobre un yacimiento relevante, sea en la industria minera chilena y/o del mundo.
- Examen final.

Al inicio de cada semestre, el cuerpo académico informará sobre los tipos de evaluación, la cantidad y las ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

1. Abzalov, M. (2016). Applied Mining Geology (Vol. 12). Switzerland: Springer International Publishing.
2. Barnes, H.L. (1997). Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. John Wiley & Sons.
3. Gilbert, J.M. & Park, C.F. Jr. (1996). The Geology of Ore Deposits. Freeman and Co.
4. Kesler, S. and Simon, A., (2015). Mineral Resources, Economics and the Environment, Cambridge University Press.
5. Moreno, T., Gibbons, W. (eds) (2007). The Geology of Chile. The Geological Society, London.
6. Pirajno, F. (2008). Hydrothermal processes and mineral systems. Springer Science & Business Media.
7. Robb, L. (2020). Introduction to ore-forming processes. John Wiley & Sons.
8. Rudeno, V. (2012). The mining valuation handbook. John Wiley & Sons.
9. Scott, E., Alderton, D. (eds) (2020). Encyclopedia of Geology. Elsevier Academic Press
10. Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K. & Tasa, D. (2005). Ciencias de la Tierra. Pearson Prentice Hall.

Bibliografía complementaria:

11. Evans, A.M. (1997) An Introduction to Economic Geology and Its Environmental Impact. Blackwell Science.
12. Evans, A.M. (1986) An Introduction to Ore Geology. Elsevier New York.
13. Peters, W.C. (1978) Exploration and Mining Geology. John Wiley & Sons.
14. Park, C. F., Mc Diarmid, R. A. (1970) Ore deposits. (Second edition) W. H. Freeman and Co.
15. Stanton, R-L. (1972) Ore Petrology. Mc Graw Hill.

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

Vigencia desde:	Primavera, 2022
Elaborado por:	Alejandro Cáceres
Validado por:	Validación CTD de Minas
Revisado por:	Área de Gestión Curricular