

PROGRAMA DE CURSO

SEMINARIO DE SUSTENTABILIDAD EN MINERÍA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería de Minas					
Nombre del curso	Seminario de Sustentabilidad en Minería	Código	MI6114	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Mining sustainability seminar</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	-	Trabajo personal	7
Carácter del curso	Obligatorio			Electivo	X	
Requisitos	240 créditos aprobados/Autor					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes evalúen un proceso o tecnología potencialmente aplicable en minería, utilizando herramientas de análisis multicriterio que consideren impacto de huella de carbono, impacto territorial, costo-beneficio, entre otros. Se espera que como resultado de este ejercicio el/la estudiante sea capaz de proyectar el impacto e implicancias que el proceso o tecnología evaluada puede tener en el futuro de la minería.

Por su parte, el docente actúa como un mediador que acompaña al estudiante, revisando, corrigiendo cada una de las acciones emprendidas a fin de potenciar el aprendizaje de este.

Este curso es:

- Electivo para la carrera de Ingeniería de Minas
- Electivo para Magister en Minería
- Electivo para Doctorado en Ingeniería de Minas

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

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

CE5: Evaluar y/u optimizar técnica y económicamente recursos, procesos y proyectos de ingeniería en el ámbito de la industria minera, incorporando las dimensiones sociales, ambientales e interpersonales.

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.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE2	RA1: Identifica y selecciona una solución tecnológica o de proceso con potencial aplicación a problemas a mejoras a procesos del negocio minero, considerando, desde una perspectiva de la sustentabilidad, aspectos técnicos y su impacto en lo ambiental, social y económico.
CE2, CE5	RA2: Analiza y caracteriza la posible solución tecnológica o de proceso potencialmente aplicable en minería, considerando el impacto que tendría en el proceso minero y su entorno, dadas sus ventajas y limitaciones.
CE5	RA3: Evalúa un proceso o tecnología potencialmente aplicables a procesos minero-metalúrgicos, usando herramientas de análisis multicriterio que consideren impactos en cuanto a la huella de carbono, lo territorial, costo-beneficios, entre otros, para proyectar implicancias en el futuro de la minería.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Presenta y justifica, a una audiencia, el proyecto, las decisiones tomadas y los criterios utilizados para proponer y evaluar una tecnología o proceso, demostrando en su exposición una defensa que incluye argumentos válidos y claros, así como una retroalimentación de lo realizado.
CG3, CG5	RA5: Identifica e incorpora al análisis, variables cualitativas propias de sistemas mineros y su entorno socio-natural, haciendo proyecciones sobre el valor ecosistémico de una propuesta de solución óptima que sea a la vez económicamente viable y sustentable.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Introducción: Importancia de la minería en el desarrollo humano y su impacto en el entorno	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Importancia de la minería en el desarrollo humano. 1.2. Impactos de la minería en el entorno.		El/la estudiante: 1. Identifica y analiza los desafíos de la minería en el desarrollo humano, considerando los impactos de la minería en el entorno, desde una perspectiva que aborda temas de sustentabilidad.	
Bibliografía de la unidad		[1] A. Vaccari, L. Tikana, "Copper Environmental Profile", International Copper Association, 2017. [2] W. Kracht, B. Salinas, "Minería y Cambio Climático". Serie de estudios en ciencia, tecnología y sociedad, Beauchef Minería, 2021.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1	Selección de proceso o tecnología	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Principios de vigilancia tecnológica.		El/la estudiante: 1. Realiza una prospección de procesos o tecnologías con potencial aplicación en minería. 2. Selecciona un proceso o tecnología para evaluar, a lo largo del curso, su impacto como solución, considerando aspectos y criterios asociados a la sustentabilidad.	
Bibliografía de la unidad		[3] J. Montes, Vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva y desarrollo regional. Editorial Académica Española, 2011 [4] G. Díaz-Ferran et al. Carpe Solem: Solar Mining Opportunities for Chile: A review from science. 2019	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2	Caracterización de proceso o tecnología	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Análisis de ciclo de vida.		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza, con un adecuado nivel de detalle que incluye entre otros aspectos, variables, ventajas y desventajas, la tecnología o proceso seleccionada. 2. Caracteriza la tecnología o proceso seleccionada en el contexto de su eventual incorporación en minería. 	
Bibliografía de la unidad		[5] M. Hauschild, R. Rosenbaum, S. Olsen, "Life Cycle Assessment: theory and practice", Springer, 2018	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA3, RA5	Evaluación de proceso o tecnología	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Análisis multi-criterio. 4.2. Análisis jerárquico.		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evalúa el proceso o tecnología, previamente caracterizado, usando herramientas de análisis multicriterio que consideren impacto de huella de carbono, impacto territorial, costo-beneficio, entre otros. 2. Identifica al menos una variable de medición que permita evaluar el impacto ambiental y eventual impacto social. 	
Bibliografía de la unidad		[6] P. James, "Measuring Community Sustainability: The Social Life Questionnaire," en <i>Urban Sustainability in Theory and Practice: Circles of Sustainability</i> , Cap.8, 2015, pp. 156–180.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA3, RA4	Análisis y evaluación de la solución tecnológica o proceso: Comunicación efectiva de los resultados	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.2. Preparación de presentación para público general y específico. 5.1. Comunicación efectiva frente a distintas audiencias.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Elabora una presentación de resultados sintética y clara, considerando el tipo de audiencia a la que se va a dirigir, un manejo del tiempo para su presentación, así como el uso de un lenguaje preciso que dé cuenta de los principales aspectos de su propuesta. 2. Comunica efectivamente los resultados de su trabajo, explicando con claridad y precisión el impacto potencial e implicancias de la eventual adopción de la tecnología evaluada en el futuro de la minería. 	
Bibliografía de la unidad		[6] V. McLeod, "Effective Communication at Work: Speaking and Writing Well in the Modern Workplace", Rockridge Press, 2020	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias de enseñanza:

- Clases expositivas.
- Análisis crítico de lecturas y presentaciones de libros o artículos técnicos.
- Trabajo personal supervisado.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio de cada semestre el académico o la académica informará a los/as estudiantes sobre los tipos de evaluación, cantidad, así como las ponderaciones correspondientes.

Para esta propuesta de programa, el curso considera las siguientes instancias de evaluación:

- Presentaciones orales y/o escritas de avance.
- Ejercicios o tareas.
- Informe final.
- Presentación final.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía general:

- [1] A. Vaccari and L. Tikana, "Copper Environmental Profile", International Copper Association, 2017
- [2] W. Kracht, B. Salinas, "Minería y Cambio Climático". Serie de estudios en ciencia, tecnología y sociedad, Beauchef Minería, 2021
- [3] J. Montes, Vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva y desarrollo regional. Editorial Académica Española, 2011
- [4] G. Díaz-Ferran et al. "Carpe Solem: Solar Mining Opportunities for Chile: A review from science". 2019.
- [5] M. Hauschild, R. Rosenbaum, S. Olsen, "Life Cycle Assessment: theory and practice", Springer, 2018
- [6] V. McLeod, "Effective Communication at Work: Speaking and Writing Well in the Modern Workplace", Rockridge Press, 2020
- [7] P. James, "Measuring Community Sustainability: The Social Life Questionnaire," en Urban Sustainability in Theory and Practice: Circles of Sustainability, Cap.8, 2015, pp. 156–180.
- [8] COCHILCO. "Proyección del Consumo de Energía Eléctrica de la Minería del Cobre 2020-2031". Santiago, Chile, 2020
- [9] COCHILCO. "Proyección consumo de agua en la minería del cobre 2020-2031". Santiago, Chile, 2020
- [10] COCHILCO. "Análisis del mercado de insumos críticos del cobre". Santiago, Chile, 2019

Bibliografía complementaria:

- [11] S. Moreno-Leiva, J. Haas, T. Junne, F. Valencia, H. Godin, W. Kracht, et al. "Renewable energy in copper production: A review on systems design and methodological approaches." J Clean Prod 2019.
- [12] G. A. Kiker, T. S. Bridges, A. Varghese, P. T. P. Seager, and I. Linkov, "Application of multicriteria decision analysis in environmental decision making.," Integr. Environ. Assess. Manag., vol. 1, no. 2, pp. 95–108, 2005.
- [13] T. L. Saaty, "Decision making with the analytic hierarchy process," Int. J. Serv. Sci., vol. 1, no. 1, pp. 83–97, 2008.
- [14] P. Lesage, C. Reid, M. Margni, M. Aubertin, and L. Deschênes, "Use of LCA in the mining industry and research challenges" CIRAIG, École Polytech. Montréal, Québec. Ind. NSERC Polytech. Chair, Environ. Mine wastes Manag. École Polytech. Montréal, Québec, no. January, 2008.
- [15] K. Awuah-Offei and A. Adekpedjou, "Application of life cycle assessment in the mining industry," Int. J. Life Cycle Assess., vol. 16, no. 1, pp. 82–89, 2011.
- [16] Apostolos Panagiotopoulos (2021). Analytic Hierarchy Process (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/79643-analytic-hierarchy-process>), MATLAB Central File Exchange. Retrieved January 27, 2021.

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

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Willy Kracht
Validado por:	Validación académico par: Leandro Voisin Validación CTD de Minas
Revisado por:	Área de Gestión Curricular