

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MI 5051	SUSTENTABILIDAD EN MINERÍA			
Nombre en Inglés				
MINING SUSTAINABILITY				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
MI 5082 S – autor			Obligatorio para: Carrera de Ingeniería Civil de Minas	
Competencias a las que tributa el curso				
Competencias Específicas				
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.				
Competencias Genéricas				
CG1: Comunicar ideas y resultados de trabajos profesionales o de investigación, en forma escrita y oral, tanto en español como en inglés.				
CG3: Demostrar compromiso ético en su vida profesional, basado en la probidad, responsabilidad, solidaridad, respeto y tolerancia a las personas, al entorno socio-cultural y al medio ambiente.				
Propósito del curso				
<p>El curso MI 5051, Sustentabilidad en Minería, tiene como propósito que el estudiante analice las distintas dimensiones de la sustentabilidad desde una mirada social, económica, ambiental, seguridad y salud ocupacional, considerando situaciones en las que esta es relevante como requisito para hacer viable un proyecto minero, desde una mirada ética y responsable. Es importante que el estudiante reflexione sobre el proyecto minero y su diseño, reconociendo la particularidad de que este tiene una vida limitada y que está sujeto a que el recurso se agote y que, por tanto, no se puede proyectar al infinito. Asimismo, es importante, que el estudiante pueda comprender que la minería debe contar con aceptación social, lo cual es un requisito fundamental.</p> <p>La estrategia metodológica incluye clases teórico – prácticas donde los estudiantes se enfrentan a casos reales mediante los que analizan y discuten con responsabilidad y respeto el impacto de los proyectos mineros. Se busca reconocer que la actividad minera es invasiva y que tiene que hacerse cargo de los impactos que genera. En las actividades y análisis dentro de las clases, el docente es un mediador que favorece la reflexión y la discusión sobre la sustentabilidad y su importancia.</p>				

Resultados de Aprendizaje

CE5–CG3–RA1: Analiza las distintas dimensiones de la sustentabilidad (social, económica y ambiental), considerando situaciones en las que esta es requisito para hacer viable un proyecto minero, desde una mirada ética y responsable.

CE5–CG1–CG3–RA2: Determina fortalezas y debilidades de un proyecto minero, desde una perspectiva que considera la sustentabilidad, explicándolas de manera oral y escrita, a fin de establecer las limitantes que enfrenta el desarrollo sustentable de proyectos en minería.

CE5–CG1–RA3: Elabora términos de referencia de un estudio de impacto ambiental, considerando las condiciones sitio–específicas del proyecto, así como las exigencias legales, a fin de comprender aspectos y procedimientos involucrados en la generación de futuros estudios de esta naturaleza.

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología del curso es activo – participativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases expositivas con estructura de INICIO – DESARROLLO – CIERRE - Lectura de textos especializados - Seminarios - Presentaciones orales - Estudio de casos - Clases auxiliares - Salidas a terreno 	<p>La evaluación es de proceso y contempla instancias tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actividades en clase auxiliar (ejercicios, informes, presentaciones, visitas técnicas) • Controles • Un examen <p>La ponderación será definida por los docentes del curso.</p>

Unidades Temáticas

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	RA1	Fundamentos teóricos de la sustentabilidad	5
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
<p>1.1. Antecedentes sobre los desafíos de la explotación sustentable de los recursos naturales.</p> <p>1.1.1. Definiciones del medio ambiente: desde la ética ambiental a la regulación ambiental chilena.</p> <p>1.1.2. El Planeta vivo: los componentes del medio ambiente y su funcionamiento.</p> <p>1.1.3. Aspectos e impactos ambientales; Ingeniería ambiental: predicción, prevención y control de los impactos ambientales.</p> <p>1.1.4. Peligro y riesgo; peligros naturales y vulnerabilidad; distintas formas de calcular y expresar los riesgos; metodologías para el análisis de riesgo.</p> <p>1.2. Sustentabilidad.</p> <p>1.2.1. Sustentabilidad económica, social y ambiental.</p> <p>1.2.2. Sustentabilidad en el uso de recursos naturales.</p> <p>1.2.3. Criterios de sustentabilidad aplicables al negocio minero.</p> <p>1.2.4. Los diferentes alcances de la sustentabilidad.</p>		<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> Analiza el concepto de sustentabilidad como proceso socioecológico y sus principios, considerando sus múltiples dimensiones. Relaciona causas y efectos del problema socioambiental, considerando el análisis del ciclo de vida de productos. Examina el contexto complejo en que se sitúan los proyectos mineros en Chile, considerando los ejes social, económico y ambiental y la aceptación por parte de la comunidad. Analiza el marco legal y regulatorio de la minería, considerando el contexto constitucional respecto de los derechos de las personas y valor del medio ambiente). Relaciona la institucionalidad ambiental con los instrumentos de regulación, considerando el sistema de evaluación de impacto ambiental. Analiza los sistemas de evaluación ambiental, considerando herramientas y procedimientos. 	<p>[Geo Chile]</p> <p>[Oyarzún]</p>

<p>1.3. Marco legal y regulatorio.</p> <p>1.3.1. Marco constitucional: derecho de las personas y valor del medio ambiente</p> <p>1.3.2. Institucionalidad ambiental</p> <p>1.3.3. Instrumentos de regulación ambiental</p> <p>1.3.4. Sistema de evaluación de impacto ambiental: procedimientos y contenidos</p> <p>1.3.5. Reglamento de seguridad minera</p> <p>1.3.6. Reglamentación en salud ocupacional</p> <p>1.3.7. Ley de cierre de faenas mineras</p>		
---	--	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	RA3	Evaluación de impacto ambiental	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	Referencias a la Bibliografía
2.1 Impacto ambiental.		El estudiante demuestra que:	DS195/2001
2.1.1 Diferencias entre DIA y EIA.		1. Identifica los pasos a seguir para la aprobación ambiental de un proyecto minero, describiéndolos.	[Instituto Tecnológico Geominero]
2.1.2 Sistema de evaluación de impacto ambiental: implementación y metodología.		2. Determina si para un caso concreto corresponde realizar un estudio o una declaración de impacto ambiental, distinguiendo ambos conceptos.	
2.1.3 Estudios de línea base.		3. Formula los términos de referencias para contratar los diferentes estudios previos requeridos para un estudio de impacto ambiental de un proyecto minero, considerando el impacto y la gestión ambiental.	
2.1.4 Predicción de impactos.		4. Identifica los pasos a seguir en la certificación ISO de un SGA para una empresa de la industria minera, considerando la normativa de certificación.	
2.1.5 Medidas de mitigación, compensación y reparación.		5. Relaciona los principios y herramientas de la gestión ambiental con la estructura organizacional de la empresa minera, considerando sistemas de gestión, etapas de implementación, auditorías y revisión.	
2.2 Gestión ambiental.			
2.2.1 Sistemas de gestión en la empresa.			
2.2.2 Etapas en la implementación de un SGA.			

2.2.3 Certificación ISO 14000.		
2.2.4 Revisión inicial.		
2.2.5 Política ambiental.		
2.2.6 Planificación e implementación de un programa ambiental.		
2.2.7 Documentación de un SGA.		
2.2.8 Evaluación: auditorías y revisión.		

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	RA1	Seguridad y salud ocupacional	1 semana
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
3.1 Sistema de gestión de seguridad, higiene y salud ocupacional.	3.2 Legislación.	3.3 Accidente, incidente y tiempo perdido.	3.4 Capacitación.
3.5 Control.	<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Examina los indicadores de seguridad existentes en minería, proponiendo sus propios indicadores, sobre la base de sistema de gestión de seguridad, higiene, legislación y salud ocupacional. 2. Discute sobre la normativa vigente en seguridad, analizando sus fundamentos y las implicancias de su aplicación. 3. Analiza los diferentes pasos en la implementación de un Sistema de Seguridad en una empresa minera, identificando cada uno de ellos y en qué situaciones se utilizan. 		DS132/2002

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	RA1	Responsabilidad social empresarial	1 semana
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
4.1 Licencia social para operar. 4.2 Iniciativas corporativas en sustentabilidad (Ej ICMM, ENAMI, Consejo Minero). 4.3 Minería y comunidad. 4.4 Comunidades indígenas. 4.5 Procesos de participación. 4.6 Sustentabilidad en el financiamiento de proyectos mineros (Principios del Ecuador, Inversión Responsable).		El estudiante demuestra que: <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica las implicaciones éticas de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), considerando su relación con la estructura organizacional de la empresa minera. 2. Determina el papel crítico de la aceptación social en la continuidad operativa de la empresa minera, considerando procesos de participación de la comunidad y la sustentabilidad en el financiamiento de proyectos. 3. Determina las causas que generan conflictos sociales asociados con la minería. 	[ISO26000] [Cellino]

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	RA2	Desafíos de la sustentabilidad en minería	3 semanas
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
5.1. Eficiencia energética. 5.2. Eficiencia en el uso de los recursos hídricos. 5.3. Diseño para el medio ambiente (DFE). 5.4. Diseño para el cierre, cierre progresivo y rehabilitación de sitios mineros. 5.5. Evaluación ambiental estratégica e integrada al ciclo de vida del proyecto minero.		El estudiante demuestra que: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecuta un análisis crítico sobre la industria extractiva, identificando los principales desafíos en términos de sustentabilidad (eficiencia energética y uso de los recursos hídricos). 2. Argumenta sobre los actuales desafíos e innovaciones en sustentabilidad de la actividad minera, analizando su impacto en la empresa. 	[COCHILCO1] [COCHILCO2]

<p>5.6. Mejores prácticas (ej subsidencia, drenaje ácido de minas, monitoreo ambiental remoto, pasivos mineros, compensación de biodiversidad, manejo de cianuro y de mercurio).</p>		
--	--	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
6	RA1–RA2	Riesgo en Minería	1 semana
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
<p>6.1. Peligro vs Riesgo.</p> <p>6.2. Tipos de riesgo en minería (económicos, geológicos, técnicos, ambientales, geopolíticos, sociales, humanos, etc.).</p> <p>6.3. Teoría y modelos de riesgo.</p> <p>6.4. Medición del riesgo.</p> <p>6.5. Control y gestión de riesgos.</p>	<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza la variedad de riesgos a los que puede verse expuesto un proyecto minero, los que relaciona con ejemplos concretos. 2. Determina el mecanismo de funcionamiento y uso de las técnicas estándares de identificación de peligros y evaluación del riesgo en minería. 3. Describe los fundamentos de control y gestión del riesgo a nivel conceptual. 	<p>[LPSPD]</p>	

Bibliografía General

Apuntes del profesor sobre la base de los siguientes textos:

[Cellino]

Miguel Cellino – Responsabilidad social y familiar en la minería del siglo XXI – Minerales Nº 265, Septiembre 2009.

[COCHILCO1]

COCHILCO (2008) – Buenas prácticas y uso eficiente del agua en la industria minera

[COCHILCO2]

COCHILCO (2009) – Consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero de la minería del cobre de Chile.

DS132/2002 – Reglamento de Seguridad Minera

DS195/2001 – Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

[Geo Chile]

Informe País: estado del medio ambiente en Chile 2005: Geo Chile / Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Análisis de Políticas Públicas. 371 p.

[Instituto Tecnológico Geominero]

Instituto Tecnológico Geominero de España (1999) – Manual de Restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería

[ISO14.001]

Norma ISO14.001 (2004) – Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso

[ISO26000]

ISO 26000 – Directrices para la Responsabilidad Social

Ley 19.300 – Ley de Bases del Medio Ambiente (1994)

Ley 20.417 – Modifica la ley de Bases del Medio Ambiente (2010)

Ley de cierre de faenas mineras

[LPSDP]

Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry (2008) Risk Assessment and Risk Management. Department of Resources, Energy and Tourism, Australian Government. (www.industry.gov.au/resource/Documents/LPSDP/LPSDP-RiskHandbook.pdf)

[OCDE/CEPAL]

OCDE/CEPAL (2005) - Evaluaciones del desempeño ambiental Chile. Organización de Cooperación y Desarrollo Económico. 246 p.

[Oyarzún]

Oyarzún J. y Oyarzún R (2011) Minería sostenible: principios y prácticas. Ediciones GEMM, Aula2pontonet (www.aulados.net/GEMM/Libros_Manuales/Libro_Mineria_Sostenible.pdf)

Vigencia desde:	2017
Elaborado por:	Jacques Wiertz, Manuel Caraballo
Validado por:	Francisco González, Gonzalo Montes
Revisado por:	Área de Gestión Curricular, SGD