

PROGRAMA DE CURSO MECÁNICA DE ROCAS II

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Minas (DIMIN)					
Nombre del curso	Mecánica de rocas II	Código	MI3215	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Rock mechanics II</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MI3105: Geología para ingenieros, MI3115: Mecánica de rocas I					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes apliquen los conceptos básicos de mecánica de rocas a problemas asociados al diseño minero. Como parte de su aprendizaje, el y la estudiante distinguen y analizan los fundamentos que definen el comportamiento mecánico de las rocas para el diseño minero, identificando las componentes geotécnicas para la construcción de un modelo geotécnico y diseñan excavaciones subterráneas y superficiales considerando metodologías analíticas y empíricas para satisfacer un criterio de diseño.

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.

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.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Levanta e interpreta información de terreno, utilizando, según corresponda, procedimientos de recolección de datos, tales como, línea de detalle y/o ventana de mapeo para caracterizar las estructuras geológicas de un macizo rocoso en una investigación de sitio.
	RA2: Utiliza métodos de clasificación de macizo rocoso para determinar los parámetros que caracterizan su comportamiento, considerando el análisis e interpretación de datos recogidos en terreno y de parámetros calculados a partir de ensayos de laboratorio.
	RA3: Aplica fundamentos teóricos que definen el comportamiento mecánico de un macizo rocoso para determinar la estabilidad de una excavación, considerando criterios de falla, factor de seguridad, escalamiento de parámetros y distribución de esfuerzos.
CE2	RA4: Diseña excavaciones subterráneas y superficiales, seleccionando métodos analíticos y empíricos que satisfagan criterios de diseño según las condiciones del macizo rocoso, la condición de esfuerzos y requerimientos tales como dimensiones, geometría, entre otros.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Redacta, con criterios de claridad y precisión, un informe técnico con datos de terreno para caracterizar y clasificar un macizo rocoso, reportando el tipo de procedimiento de recolección de datos para el levantamiento e interpretación de información.
CG3	RA6: Evalúa el impacto del diseño de excavaciones subterráneas (caserones y pilares) y taludes, considerando las consecuencias económicas y de seguridad al interior de una mina.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Geología estructural aplicada a la mecánica de rocas	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Tipos de estructura geológicas y sus características. 1.2. Representación espacial de estructuras geológicas. 1.3. Propiedades de las estructuras. 1.4. Métodos de recolección de datos de estructuras en		El/la estudiante: 1. Utiliza métodos de recolección de datos tales como línea de detalles y ventana de mapeo para caracterizar los componentes de un macizo rocoso en una investigación de sitio. 2. Representa gráficamente estructuras en proyecciones estereográficas para identificar familias estructurales y determinar valores de orientación	

relación con un macizo rocoso: de línea de detalle y ventana de mapeo.	promedios. 3. Determina las propiedades características de una familia estructural, considerando el espaciamiento y largo promedio de las estructuras, rugosidades, entre otros.
Bibliografía de la unidad	[1] capítulo 3. [3] capítulo 4. [5] capítulo 2.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA5	Macizo rocoso	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Definición de macizo rocoso. 2.2. Componentes de los métodos de clasificación de macizo rocoso: 2.3. Sistemas de clasificación más usados (RQD, RMR, Q, GSI, MRMR). 2.4. Comparación de los diferentes métodos de clasificación de macizo rocoso, ventajas y desventajas.		El/la estudiante: 1. Clasifica macizos rocosos de acuerdo con la información recopilada en terreno y los resultados de ensayos de laboratorio dados, considerando el tipo de diseño minero (túnel, talud, caserón, etc.). 2. Compara los diferentes sistemas de clasificación de macizo rocoso, considerando ventajas y desventajas. 3. Aplica el o los sistemas de clasificación de macizo rocoso, dependiendo del tipo de diseño túnel, talud, caserón, etc. 4. Redacta en forma clara y precisa, un informe técnico de terreno donde se caracteriza y clasifica el macizo rocoso del sitio de estudio elegido, considerando parámetros observados en terreno y otros parámetros de resultados obtenidos en ensayos de laboratorio que le son dados.	
Bibliografía de la unidad		[1] capítulo 3. [3] capítulo 4. [5] capítulo 3.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA6	Criterios de falla y distribución de esfuerzos alrededor de excavaciones	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Criterios de falla (Mohr Coulomb, Griffith, Barton Bandis, Hoek and Brown). 3.2. Escalamiento de parámetros que caracterizan la resistencia y deformación de macizos rocosos. 3.3. Soluciones analíticas para la determinación de esfuerzos alrededor de excavaciones. 3.4. Mediciones de esfuerzos in situ (Sobre perforación y fracturamiento hidráulico) 3.5. Determinación del Factor de Seguridad (FS) de una excavación.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Utiliza diversos criterios de falla para determinar la estabilidad de una excavación en un macizo rocoso, considerando, por una parte, qué tan aplicables son dichos criterios y, por otra, qué parámetros de resistencia están involucrados. Describe los parámetros de deformación y resistencia de un macizo rocoso, considerando las relaciones de escalamiento basadas en los sistemas de clasificación de un macizo rocoso. Analiza e interpreta los resultados de mediciones de esfuerzos para establecer el campo de esfuerzos in situ. Estima las sollicitaciones alrededor de una excavación, utilizando soluciones analíticas basadas en la teoría de la elasticidad. Calcula un factor de seguridad (FS) de una excavación, considerando el valor obtenido que permite establecer la aceptabilidad del diseño. 	
Bibliografía de la unidad		[1] capítulos 4, 5 y 7. [5] capítulos 4.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA4, RA6	Mecánica de rocas aplicada al diseño minero	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Estabilización de macizos rocosos mediante elementos de refuerzo/ soporte/retención. 4.2. Diseño minero de unidades básicas de explotación en minería subterránea (caserones y pilares). 4.3. Diseño minero de taludes en minería a cielo abierto (estabilidad de taludes).		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Explica las diferencias entre los distintos elementos de estabilización de un macizo rocoso, elementos de refuerzo, soporte, y retención, según el potencial modo de falla. Utiliza métodos empíricos para seleccionar elementos de estabilización y sus características para estabilizar un macizo rocoso, resguardando que la excavación sea estable. Diseña caserones y pilares, determinando la estabilidad y factibilidad de la explotación. Diseña taludes, considerando el modo de falla identificado y estabilidad. Evalúa el impacto del diseño de excavaciones subterráneas y taludes, considerando las consecuencias económicas y de seguridad en la 	

	factibilidad de un proyecto minero.
Bibliografía de la unidad	<p>[1] capítulos 11, 12 y 13</p> <p>[2] capítulos 2, 3, 4, 5, 6 y 7</p> <p>[4] capítulos 2, 4, 5, 6 y 7</p> <p>[5] capítulos 6, 7, 8, 9, 12 y 15</p>

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas
- Resolución de problemas.
- Visita a terreno.
- Estudio de caso.

F. Estrategias de evaluación:

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

El curso considera las siguientes instancias:

- Informe técnico con datos de terreno: evalúa el RA1, RA2, RA5.
- Controles:
 - control 1 evalúa RA1, RA2.
 - control 2 evalúa RA3, RA4.
- Tarea: evalúa RA4.
- Examen: evalúa el RA1, RA2, RA3, RA4, RA6.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Brady, B. H., & Brown, E. T. (2005). *Rock mechanics: for underground mining*. SpringerLink.
- [2] Chunlin Li, C. (2017) - Rockbolting. Principles and Applications (Butterworth-Heinemann) - libgen.ic
- [3] González de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L. & Oteo, C. (2002). *Ingeniería geológica*. Pearson.
- [4] Pariseau, W. (2007). *Design Analysis in Rock Mechanics*. Taylor & Francis.
- [5] Wyllie, D. and Mah, C. (2005). *Rock Slope Engineering. Civil and Mining*. Taylor & Francis Group: 4th Edition.

Bibliografía complementaria:

- [6] Goodman, R.E. (1989). *Introduction to Rock Mechanics*. 2nd edition. John Wiley & Sons.
- [7] Hoek, E., Kaiser, P.K. and Bawden, W.F. (1998). *Support of underground excavations in hard rock*. A.A. Balkema.
- [8] Hustrulid, W.A. and Bullock, R.L. (2001). *Underground Mining Methods: Engineering fundamentals and International Case Studies*. SME.

- [9] Hutchinson, D.J. and Diederichs, M.S. (1996). *Cablebolting in Underground Mines*. Bitech Publishers Ltd., Vancouver.
- [10] Hoek, E. (2007). *Practical rock engineering*. Online: <https://www.rocscience.com/assets/resources/learning/hoek/Practical-Rock-Engineering-Full-Text.pdf>. Rocscience.

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

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Kimie Suzuki
Validado por:	Validación académico par: Javier Vallejos, Comisión académicos DIMIN CTD de Minas
Revisado por:	Área de Gestión Curricular