

PROGRAMA DE CURSO

Código		Nombre		
MI6071		Tronadura y Excavación		
Nombre en Inglés				
Blasting and Excavation				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3.0	2.0	5.0
Requisitos			Carácter del Curso	
MI5071 Sistemas Mineros MI4020 Fundamentos de Tecnología Minera			Opcional para: Carrera de Ingeniero Civil de Minas	
Resultados de Aprendizaje				
<p>El propósito del curso es que el alumno comprenda de forma integrada y avanzada los fenómenos físicos asociados a las Operaciones Unitarias de tronadura, excavación mecanizada y hundimiento y aplique herramientas numéricas para simular estos procesos en minería a cielo abierto y en minería subterránea. El alumno además desarrollará una visión crítica que le permita sustentar el desarrollo de nuevos sistemas de desarrollo de laboreos subterráneos y de explotación minera.</p> <p>Al final del curso, el estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza los aspectos fundamentales del quiebre y arranque de rocas para los diferentes sistemas mineros de explotación en situaciones de estudio. 2. Analiza los conceptos teóricos y tecnológicos del arranque de roca por explosivos para desarrollos y producción en situaciones de estudio. 3. Diseña y evalúa tronaduras de desarrollo y de producción en ejemplos de estudio a fin de levantar una propuesta eficiente. 4. Evalúa y selecciona tecnologías alternativas de excavación subterránea para proyectos de estudio. 				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La estrategia metodológica es activo-participativa, consistente en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases expositivas • Clases auxiliares • Lecturas • Presentaciones orales 	<p>Las instancias de evaluación serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controles • Actividades complementarias (presentaciones, tareas, lecturas) • Un examen <p>La nota final del curso se calculará según la ponderación definida por los docentes.</p>

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Procesos Mineros	1 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Introducción a los procesos de arranque y de fragmentación en minería. 2. Procesos de carguío de minerales 3. Procesos de transporte de minerales 4. Beneficios de los procesos integrados en minería: "blast to haul" y "mine to mill". 5. Desarrollo rápido de minas subterráneas	El estudiante demuestra que: 1. Identifica aspectos generales de sistemas mineros y los procesos mineros que lo caracterizan. 2. Explica los procesos de arranque y fragmentación como parte de un sistema de explotación.	[Hartman]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Fragmentación y arranque de rocas por medio de explosivos	7 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Caracterización del macizo rocoso para tronadura con explosivos 2. Fundamentos de los explosivos 3. Ondas de choque, atenuación y daño 4. Fundamentos de tronadura por medio de cargas esféricas y cilíndricas 5. Bases de Cratering 6. Propiedades de las frentes de carguío en minería a cielo abierto: control de leyes, dilución y carguío. 7. Métodos de predicción y medición de fragmentación por tronadura. 8. Aspectos ambientales de la tronadura 9. Simulación de tronadura 10. Desarrollo y ciclos de construcción túneles chimeneas y piques por medio de tronadura. 11. Herramientas de diseño	El estudiante demuestra que: 1. Explica la interrelación entre macizo rocoso y explosivo y diseña tronaduras en casos de estudio aplicando las ecuaciones de cálculo correspondientes. 2. Diseña tronaduras en ejemplos de estudio, aplicando algoritmos simples o software especializado para simular su resultado. 3. Evalúa diagramas de disparo de desarrollo y producción en proyectos de estudio.	[Chacón] [Hartman and Mutmansky] [Holmberg, cap. 72] [Hustrulid] [Hustrulid and Bullock] [JKMRC] [Persson] [Salinas]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Fragmentación y arranque de rocas por medios mecánicos	5 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterización del macizo rocoso para arranque por medios mecánicos 2. Fundamentos de la perforación mecánica para arranque por medios mecánicos. 3. Fundamentos del diseño de tuneleras. 4. Predicción de tasas de avance y selección de maquinaria continua para desarrollos mineros 5. Mineros continuos: fundamentos del arranque continuo en minería subterránea y a cielo abierto 6. Desarrollo y ciclos de construcción túneles chimeneas y piques por medios mecánicos. 7. Desarrollo rápido de minas (ciclos, equipos, costos) 	<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica los fundamentos y herramientas del arranque y quiebre de rocas por medios mecánicos, para el desarrollo de minas subterráneas. 2. Analiza los fundamentos de aplicación del arranque continuo (mecanizado) y compara sus ventajas y limitaciones respecto de la utilización de explosivos, proponiendo soluciones de diseño para casos de estudio. 	<p>[Hartman]</p> <p>[Persson]</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Fundamentos del arranque de roca por hundimiento (caving)	2 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterización del macizo rocoso para fragmentación por hundimiento. 2. Factores que determinan la hundibilidad y fragmentación 3. Tipos de socavación. 4. Métodos de estimación de la fragmentación primaria y secundaria en minería masiva subterránea. 5. Flujo gravitacional de mineral hundido 6. Métodos de estimación y control del proceso de fragmentación. 7. Reducción secundaria y colgaduras 8. Acondicionamiento de rocas por hidro-fracturamiento y uso de explosivos. 	<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica los aspectos claves en la caracterización de macizo rocoso para métodos masivos subterráneos, así como los fundamentos y herramientas de diseño para el arranque y quiebre de rocas por hundimiento. 2. Analiza los conceptos de acondicionamiento de rocas por explosivos y por fracturamiento hidráulico para incorporar estas técnicas en el diseño de explotación de minas subterráneas. 	<p>[Brown]</p> <p>[Brady and Brown]</p>

Bibliografía General

[Brady and Brown]

Brady and Brown, 2004. Rock Mechanics for Underground Mining. Kluwer Academic Publisher.

[Brown]

E.T. Brown, 2007. Block Caving Geomechanics. The International Caving Study.

[Chacón]

J. Chacón, 2000. Tecnología de los explosivos.

[Hartman]

H. L. Hartman, 1992. SME Mining Engineering Handbook, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.

[Hartman and Mutmansky]

H. L. Hartman, J. M. Mutmansky, 2002. Introductory Mining Engineering.

[Holmberg]

Holmberg, Hustrulid and Cunningham. Blast design for Underground Mining Applications.

[Hustrulid]

W. Hustrulid, 1999. Blasting principles for open pit mining .

[Hustrulid and Bullock]

Hustrulid and Bullock (Eds), 2001. Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International case Studies, Society of Mining Engineers.

[JKMRC]

JKMRC Mining and Minerals Processing, 1996. Open Pit Blast Design.

[Persson]

P.A. Persson, R. Holmberg, J. Lee, 1994. Rock Blasting and Explosives Engineering. CRC Press

[Salinas]

Salinas, C., 1998. Túneles, chimeneas y piques. Depto Ingeniería de Minas, Universidad de Chile.

Vigencia desde:	Otoño 2012
Elaborado por:	Raúl Castro
Revisado por:	Javier Vallejos Enrique Rubio Hans Göpfert Área de Desarrollo Docente (ADD)