

**Programa de asignatura  
TÓPICOS AVANZADOS EN BLOCK/PANEL CAVING**

**A. Antecedentes Generales**

<b>1. Unidad Académica</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA					
<b>2. Carrera</b>	INGENIERÍA CIVIL EN MINERÍA					
<b>3. Código</b>	IEL469					
<b>4. Ubicación en la malla</b>	X semestre, V año					
<b>5. Créditos</b>	10					
<b>6. Tipo de asignatura</b>	Obligatorio		Electivo	X	Optativo	
<b>7. Duración</b>	Bimestral		Semestral		Anual	X
<b>8. Módulos semanales</b>	Clases Teóricas	2	Clases Prácticas	1	Ayudantía	
<b>9. Horas académicas</b>	Clases	102	Ayudantía		0	
<b>10. Pre-requisito</b>	Taller Diseño Minería Subterránea					

**B. Aporte al Perfil de Egreso**

El Electivo Método Panel Caving corresponde un curso de especialización en la disciplina donde se profundizará los conceptos en que se basa este método de explotación de hundimiento gravitacional masivo, incorporando los diferentes parámetros técnicos que lo gobiernan. Se enfatiza los aspectos Geomecánicos, de Planificación Minera y de Diseño Minero a tener en cuenta para la definición de un Proyecto Minero o la Operación del mismo. Se considera la complejidad futura que tendrán estas operaciones frente a la profundización de las minas subterráneas en un ambiente geotécnico complejo (roca dura y altos esfuerzos).

El aporte al perfil de egreso se traduce principalmente en enriquecer la visión integrada del negocio minero, junto con el diseño y planificación de proyectos y operaciones mineras con método Panel Caving. La asignatura pertenece al ciclo de Habilitación Profesional y se inserta en la línea de Electivos de Concentración, tributando a las siguientes competencias genéricas UDD Futuro como es Visión Global, Visión Analítica y Ética, así como a las competencias específicas definidas en el perfil de egreso de la carrera: Manejo de fundamentos de Ingeniería, Diseño y planificación de operaciones, Gestión de Operaciones y Trabajo en Equipo.

### C. Competencias y Resultados de Aprendizaje Generales que desarrolla la asignatura

Competencias Genéricas	Resultados de Aprendizaje Generales
Visión Global	Determina los parámetros y variables relevantes de un diseño de una mina explotada por el método de block/panel caving
Visión Analítica	
Ética	
Competencias Específicas	Evalúa las principales fuentes de siniestralidades geomecánicas presentes en el método para evitar en diseño y planificación la ocurrencia de estos y evitar daños a las personas e infraestructura.
Manejo de fundamentos de la Ingeniería	
Diseño y Planificación de Operaciones	
Gestión de Operaciones	
Trabajo en Equipo	Diseña y planifica infraestructura crítica y operativa de una mina explotada por Block/Panel Caving
	Identifica las diferentes variantes del método tanto en su operación, construcción, diseño y planificación.

### D. Unidades de Contenidos y Resultados de Aprendizaje

Unidades de Contenidos	Competencia	Resultados de Aprendizaje
<b>Unidad 1: Conceptos fundamentales del método Panel Caving</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte Basal (socavación)</li> <li>• Extracción</li> <li>• Propagación del Hundimiento</li> <li>• Fenómeno de subsidencia</li> <li>• área de inicio de caving en condición virgen (Nomograma de Laubscher)</li> <li>• Evolución del método de explotación, experiencia de Mina El Teniente</li> <li>• Método Block Caving y Panel Caving: diferencias y similitudes</li> </ul>	Visión Global  Visión Analítica  Manejo de Fundamentos de la Ingeniería  Diseño y Planificación de Operaciones	Reflexiona sobre los distintos tipos de socavación (aspectos favorables y desfavorables) mediante la lectura y análisis de casos reales.  Determina mediante el cálculo y aplicación de modelos las velocidades de extracción, sus diferencias en condición de quiebre o régimen profundizando los experimentos que se realizaron para su determinación.  Determina los aspectos críticos involucrados en el fenómeno de generación y propagación del caving mediante la lectura y análisis de casos reales.  Determina mediante los nomogramas de Laubscher el

		<p>cálculo de las dimensiones mínimas de hundimientos y su contraste con la realidad.</p> <p>Evalúa de forma clara las diferencias y similitudes entre ambas variantes (Block y Panel) mediante el análisis y lectura de casos reales.</p>
<p><b>Unidad 2: Diseño Minero en Panel Caving</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Malla de extracción: distancias entre calles y zanjas</li> <li>• Operativización del polígono de explotación</li> <li>• Variantes de explotación: similitudes y diferencias</li> <li>• Nivel de Hundimiento</li> <li>• Nivel de Producción</li> <li>• Sistema de Manejo de Materiales</li> <li>• Diseños de Perforación y Tronadura</li> <li>• Preacondicionamiento con Fracturamiento Hidráulico</li> </ul>	<p>Visión Analítica</p> <p>Manejo de Fundamentos de la Ingeniería</p> <p>Diseño y Planificación de Operaciones</p> <p>Gestión de Operaciones</p> <p>Trabajo en Equipo</p>	<p>Determina el cálculo de las dimensiones de mallas de extracción considerando aspectos relativos a tiraje/dilución y geomecánica</p> <p>Determina el análisis y cálculo de la operativización de una envolvente económica considerando aspectos geomecánicos.</p> <p>Evalúa las diferentes variables del método panel caving, discriminando sus beneficios y desventajas mediante la lectura y análisis de casos reales</p> <p>Realiza diseños operativizados en el nivel de producción, hundimiento y transporte en AUTOCAD considerando aspectos geomecánicos y de manejo de materiales</p> <p>Identifica aspectos críticos de los diseños de Perforación y Tronadura del método en avientes de altos esfuerzos y sismicidad mediante revisión y análisis de lecturas.</p> <p>Reflexiona sobre el uso o no de técnicas de preacondicionamiento del macizo rocoso en función de análisis y lecturas de casos reales.</p>

<p><b>Unidad 3: Geomecánica de Proyectos aplicada a Panel Caving</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inestabilidades geomecánicas más relevantes en método Panel Caving <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estallido de Rocas</li> <li>○ Colapsos</li> <li>○ Sobre-excavación de galerías</li> <li>○ Caída de rocas/bloques estructurales</li> <li>○ Colgaduras a nivel de cavidad</li> <li>○ Subsistencia</li> </ul> </li> <li>• Lineamientos geomecánicos para Proyectos Mineros <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Punto de inicio de caving</li> <li>○ Secuencia de Hundimiento</li> <li>○ Planificación Minera</li> <li>○ Diseño Minero</li> </ul> </li> </ul>	<p>Visión Global</p> <p>Visión Analítica</p> <p>Ética</p> <p>Manejo de Fundamentos de la Ingeniería</p> <p>Diseño y Planificación de Operaciones</p> <p>Gestión de Operaciones</p> <p>Trabajo en Equipo</p>	<p>Identifica las diferentes siniestralidades geomecánicas mediante análisis de casos y las lecciones aprendidas respecto a la causalidad de estas para que en su quehacer profesional no cometa dichas variables que son relativas al diseño y planificación minera.</p> <p>Determina y define puntos de inicio del caving virgen y secuencia de incorporación de área en función de los parámetros del caso tales como esfuerzos principales, inducidos, tipo de roca, estructuras geológicas relevantes, en relación con evitar siniestralidades geomecánicas de un diseño.</p>
--	---	--

#### E. Estrategias de Enseñanza

- Sesiones Teóricas: en donde los estudiantes participarán activamente en discusión y debate de los temas abordados en la asignatura, generando de esta forma conocimiento colaborativo.
- Desarrollo de un Proyecto de Diseño e Investigación del método de Panel Caving en alguna componente de las abordadas por el curso (Diseño, Perforación y Tronadura, Variante del Método, Siniestralidad Geomecánica, Etc.). Con el objetivo que cada grupo discuta sus resultados y diseños con los alumnos y profesor.

#### F. Estrategias de Evaluación

La asignatura es evaluada a través de un proyecto en relación con alguna de las temáticas del curso en profundidad, incorporando análisis, diseño y artículos científicos. Este proyecto será guiado por el Profesor durante el transcurso del semestre, y serán presentados a los alumnos y evaluados por el Profesor.

#### G. Recursos de Aprendizaje

##### Bibliografía Disponible:

- Apuntes Curso “Tópico Geomecánica Panel Caving”, Universidad de Santiago de Chile, Profesor Patricio Cavieres Rojas, 2020.
- Apuntes Curso “Taller Proyecto Subterráneo: Diseño Minero método Panel Caving”, Universidad de Santiago de Chile, Profesor Patricio Cavieres Rojas, 2020.

- Charla a Universidad del Desarrollo, “Geomecánica de Proyectos aplicada al método Panel Caving”, Relator Patricio Cavieres Rojas, 16-Abril-2020.
- Charla a Centro de Estudiantes Mineros de Chile (CEM), “El Rol de la Ingeniería Geomecánica: Experiencias en método Panel Caving”, Relator Patricio Cavieres Rojas, 11-Agosto-2020.
- Charla a NUBE MINERA, “Ingeniería Geomecánica aplicada a Proyectos Mineros método Panel Caving”, Relator Patricio Cavieres Rojas, 25-Septiembre-2020.
- Charla a Universidad Nacional Mayor San Marcos (Perú), “Geomecánica aplicada a método Panel Caving en roca primaria”, Relator Patricio Cavieres Rojas, 01-October-2020.
- Charla a Seminario Minero-Metalúrgico 2020 (USACH), “El Impacto de las Tronaduras en la Cadena del Valor en método Panel Caving”, Relator Patricio Cavieres Rojas, 13-Noviembre-2020.
- Charla a Encuentro de Estudiantes de Minería 2020 (Chile-Perú), “Desarrollo del método Block Caving / Panel Caving: Experiencias en la minería chilena”, Relator Patricio Cavieres Rojas, 17-Diciembre-2020.
- Charla a Escuela de Verano DELPHOS 2021 (Universidad de Chile), “Geomecánica en método Panel Caving”, Relator Patricio Cavieres Rojas, 21-Enero-2021.
- Block Caving Geomechanics, Brown, 2004
- Cave Mining Handbook, Laubscher, 2006
- Proceedings de MassMin, años 1992-2000-2004-2008-2012-2016-2020
- Tesis de Grado Juan Carlos Arce, Dimensionamiento de distancias entre Puntos de Extracción Mallas de Extracción y Niveles de Producción-Socavación para método Panel Caving en Roca Primaria, Mina El Teniente. USACH, 2002