

### PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MI 3100	Química Mineralógica			
Nombre en Inglés				
Mineralogical Chemistry				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
CM 1001 Química			CFB. Obligatorio para: Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería, Mención Minería y Metalurgia Extractiva	
Competencias a las que tributa el curso				
<b>Competencias Específicas:</b>				
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.				
<b>Competencias Genéricas</b>				
CG1: Comunicar ideas y resultados de trabajos profesionales o de investigación, en forma escrita y oral, tanto en español como en inglés.				
CG2: Trabajar en equipos interdisciplinarios, asumiendo el liderazgo en las materias inherentes a su profesión en forma crítica y autocrítica.				
CG5: Gestionar su auto-aprendizaje en el desarrollo del conocimiento de su profesión, adaptándose a los cambios del entorno.				
Propósito del curso				
El curso MI 3100, Química Mineralógica, tiene como propósito que el estudiante trabaje, a partir de un razonamiento de base científica, en temas de estudios relacionados con el mundo de los minerales, sus propiedades, sus aplicaciones en el campo de la mineralogía, geología, exploración minera y polución ambiental y la relevancia de estos minerales para la industria minera de cobre. Para ello, analiza elementos químicos y criterios para la sistemática mineral. Asimismo, trabaja con principios cristalocímicos básicos, selecciona técnicas para la identificación y cuantificación mineral, de manera procedimental y teórica, aplicando principios cristalocímicos básicos para la formación de estructuras cristalinas.				
La estrategia metodológica a utilizar permite que el estudiante trabaje en clases teniendo una				

participación activa resolviendo problemas propuestos, en forma individual y colectiva (trabajo en equipo), investigaciones sobre temas específicos, presentaciones orales entre otras. En este escenario, el docente es un mediador que facilita el trabajo de los estudiantes al momento de resolver dudas, respecto de los temas que se investigan o que se trabajan en laboratorio.

#### Resultados de Aprendizaje

**CE2-RA1: Analiza los elementos químicos, estableciendo diferencias y similitudes, a partir de propiedades físicas y químicas, a fin de determinar la distribución y relevancia de estos elementos en la tierra.**

**CE2-RA2: Aplica los principios cristalocímicos básicos para la formación de estructuras cristalinas, considerando las diferencias de los procesos clásicos y no clásicos de crecimiento cristalino, a fin de determinar posibles modelos estructurales.**

**CE2-RA3: Analiza los criterios usados para generar la sistemática mineral, reconociendo la relevancia de cada grupo mineral como formador de rocas y yacimientos minerales, a fin de comprender la importancia económica de estos por sus atributos.**

**CE2-CG2-RA4: Selecciona las técnicas analíticas para identificación y cuantificación mineral en función del tipo de roca, diferenciando a nivel macro y microscópico, los minerales más valiosos para la industria minera.**

**CE2-CG1-CG5-RA5: Analiza, basado en evidencia, la variedad de recursos minerales explotables, a fin de determinar, con argumentos técnicos y disciplinares, la relevancia de los recursos y su uso para la economía chilena y mundial.**

**CE2-CG1-CG5-RA6: Comunica, con argumentos técnicos y precisos, en forma oral y escrita, las principales conclusiones del análisis sobre la variedad de recursos minerales explotables, a fin de comunicar de forma clara y coherente a la audiencia dichos resultados.**

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La estrategia metodológica es activo – participativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas con estructura de INICIO – DESARROLLO - CIERRE</li> <li>• Lectura de literatura especializada (artículos)</li> <li>• Análisis de caso</li> <li>• Clases auxiliares</li> <li>• Prácticas de Laboratorio en grupos</li> </ul>	<p>La propuesta de evaluación es de proceso y contempla instancias tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas</li> <li>• Exposiciones orales grupales</li> <li>• Reportes de Trabajo de laboratorio (reconocimiento macroscópico y microscópico de minerales)</li> <li>• controles escritos</li> <li>• examen</li> </ul> <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 – RA2	Del átomo al cristal	4
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
<p>1.1.- Tabla periódica</p> <p>i.- Distribución de los elementos en el Universo y en la Tierra</p> <p>ii.- Propiedades físicas y químicas</p> <p>iii.- Tipos de enlaces</p> <p>1.2.- Isótopos estables y radiogénicos</p> <p>i.- Concepto de isótopo. ii.- Tipos de isótopos.</p> <p>iii.- Utilización de isótopos estables para trazar procesos mineralógicos, geológicos y ambientales de interés en minería.</p> <p>iv.- Utilización de isótopos radiogénicos para trazar procesos mineralógicos, geológicos y ambientales de interés en minería.</p> <p>1.3.- Cristalografía</p> <p>- Principios de Cristalografía.</p> <p>ii.- Estructuras cristalinas, paracristalinas y cuasicristalinas.</p> <p>iii.- Reglas de Pauling.</p> <p>- Empaquetamiento cristalino.</p> <p>- Modelos de estructuras cristalinas.</p> <p>1.4.- Procesos de crecimiento cristalino clásicos y no clásicos</p> <p>i.- Nucleación y crecimiento</p>		<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distingue los elementos químicos en función de su posición en la tabla periódica, de las propiedades físicas y químicas y de los tipos de enlace.</li> <li>2. Determina las aplicaciones del isótopo y de los tipos de isótopos, analizando la importancia de estos para campo de la mineralogía, geología, exploración minera y polución ambiental.</li> <li>3. Analiza los procesos clásicos y no clásicos de crecimiento cristalino, considerando las principales diferencias y peculiaridades de ambos.</li> <li>4. Determina los principios cristalográficos básicos para la formación de estructuras cristalinas considerando los posibles modelos estructurales.</li> <li>5. Analiza los principios cristalográficos básicos para la formación de estructuras cristalinas, considerando nucleación y crecimiento cristalino, defectos cristalinos y desorden, mecanismos de crecimiento y tipos de hábitos cristalinos.</li> </ol>	<p>Apuntes del profesor sobre la base de los siguientes textos</p> <p>Bloss (1994)          Criss (1999)          Dickin (1997)          Klein (1996) Ruíz (2002)</p>

<p>cristalino.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Defectos cristalinos y desorden</li></ul> <p>iii.- Mecanismos de crecimiento.</p> <p>iv.- Tipos de hábitos cristalinos.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ostwald “ripening”.</li><li>- Polímeros y clusters de prenucleación.</li><li>- Nanocristales, mesocristales y quasicristales.</li></ul> <p>1.5.- Prácticas de laboratorio:</p> <p>i.- Reproducción de diversos ejemplos de crecimiento cristalino en el laboratorio.</p>		
---	--	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	RA3	Mineralogía descriptiva	4
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
<p>2.1.- Mineral: propiedades físicas y químicas.</p> <p>2.2.- Mineralogía descriptiva</p> <p>2.2.1.- Elementos nativos y Halogenuros:</p> <p>i.- Características y propiedades generales.</p> <p>ii.- Clasificación.</p> <p>iii.- Interés económico.</p> <p>2.2.2.- Sulfuros, Óxidos e Hidróxidos</p> <p>i.- Características y propiedades generales.</p> <p>ii.- Clasificación.</p> <p>iii.- Interés económico.</p> <p>2.2.3.- Carbonatos, Nitratos, Boratos, Sulfatos y Fosfatos</p> <p>i.- Características y propiedades generales.</p> <p>ii.- Clasificación.</p> <p>iii.- Interés económico.</p> <p>2.2.4.- Neso-, Soro-, Ciclo- e Ino- silicatos</p> <p>i.- Características y propiedades generales.</p> <p>ii.- Clasificación.</p> <p>iii.- Interés económico.</p>		<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza la sistemática mineral, desde una perspectiva descriptiva.</li> <li>2. Determina los grupos minerales, considerando sus características y propiedades.</li> <li>3. Determina la relevancia de cada grupo mineral, distinguiendo entre formadores de rocas y yacimientos minerales.</li> <li>4. Diferencia macroscópicamente los minerales relevantes de cada grupo estudiado, considerando características y propiedades generales.</li> <li>5. Clasifica los minerales, considerando el interés económico asignado por sus características y propiedades generales.</li> </ol>	<p>Apuntes del profesor sobre la base de los siguientes textos</p> <p>Deer et al., (1992)</p> <p>Klein et al., (1996)</p> <p>Nesse (1999) Putnis (1992)</p>

<p>2.2.5.- Filo- y Tecto-silicatos.</p> <p>i.- Características y propiedades generales.</p> <p>ii.- Clasificación.</p> <p>iii.- Interés económico.</p> <p>2.3.- Reconocimiento macroscópico de los principales grupos estudiados.</p>		
---	--	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	RA4–RA6	Técnicas de caracterización mineral	3
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
<p>3.1.- Técnicas de análisis mineral</p> <p>i.- Microscopia óptica de luz reflejada.</p> <p>ii.- Difracción de rayos X (XRD).</p> <p>iii.- Fluorescencia de rayos X (XRF)</p> <p>iv.- Microscopia electrónica (SEM-TEM-EPMA).</p> <p>v.- Espectroscopia infrarroja (FTIR)</p> <p>vi.- Análisis termogravimétrico (TGA) y térmico diferencial (DGA)</p> <p>vii.- Digestiones y análisis por vía húmeda (ICP-OES/ICP-MS).</p> <p>3.2.- Prácticas de laboratorio: i.- Microscopía óptica de luz reflejada para reconocimiento de minerales sulfurados, su ley y grado de liberación.</p> <p>iii.- Visita XRD-SEM-TEM.</p>		<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distingue distintas técnicas de caracterización mineral estudiadas, considerando fundamentos químicos y físicos para la distinción.</li> <li>2. Determina el tipo de información mineralógica y composicional que puede obtenerse del uso de cada técnica analítica de minerales.</li> <li>3. Escribe informes de laboratorio con criterios de claridad y precisión científicas, informados y adecuados al contexto académico, con el fin de comunicar los resultados de su trabajo.</li> </ol>	<p>Apuntes del profesor sobre la base de los siguientes textos</p> <p>Brisdon (1998)</p> <p>Cullity (2001)</p> <p>Gill (1997)</p> <p>Reed (1993)</p> <p>Skool (1994)</p> <p>Williams et al., (2009)</p>

Número	RA a la que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	RA5–RA6	Recursos Minerales	4
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
<p>4.1.- Recursos minerales metálicos.</p> <p>i.- Hierro, acero y metales férreos ii.- Metales ligeros y metales base iii.- Metales preciosos y metales industriales.</p> <p>4.2.- Recursos minerales no metálicos i.- Minerales de interés gemológico ii.- Minerales industriales.</p> <p>iii.- Cemento, áridos y rocas ornamentales.</p> <p>4.3.- Prácticas de laboratorio.</p> <p>i.- Caracterización macroscópica y microscópica de recursos minerales metálicos: Sulfuros Metálicos.</p> <p>ii.- Caracterización macroscópica y microscópica de recursos minerales metálicos: Óxidos e Hidróxidos.</p> <p>iii.- Caracterización macroscópica y microscópica de recursos minerales no metálicos: Arcillas, Áridos y Rocas Ornamentales.</p>		<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determina la relevancia de cada recurso mineral en la economía chilena y mundial, identificando una gran variedad de recursos minerales explotables.</li> <li>Reconoce de visu los minerales fundamentales dentro de la industria minera, distinguiendo entre metálicos y no metálicos.</li> <li>Determina qué tipo de análisis mineral solicitar a otros expertos en función de cada recurso mineral y de la información mineralógica o composicional que necesita.</li> <li>Investiga sobre recursos minerales explotables, para la industria minera metálica y no metálica, exponiendo sus resultados con criterios de claridad, precisión, adaptando su mensaje según propósito y audiencia.</li> <li>Redacta informes sobre recursos minerales explotables, para la industria minera metálica y no metálica, considerando en su escritura criterios de claridad, precisión, adaptando su mensaje según propósito y audiencia.</li> </ol>	<p>Arndt et al., (2012)</p> <p>Bustillo et al., (2000)</p> <p>Craigh et al., 2001</p> <p>Kesler (1994) Manning (1995)</p>

### Bibliografía General

#### **Bibliografía obligatoria**

- Arndt, N. and Ganino C. (2012). Metals and Society: An Introduction to Economic Geology. Springer-Verlag, 160 pp.
- Bustillo Revuelta, M. y López Gimeno, C. (2000). Recursos Minerales: Tipología, Prospección, Evaluación, Explotación, Mineralurgia, Impacto Ambiental. 2ª Ed., Entorno Gráfico, Madrid, 372 p.
- Craig, J.R., Vaughan and D.J. y Skinner, B.J. (2001). Resources of the Earth: Origin, Use and Environmental Impact. 3rd Ed. Prentice Hall, New Jersey, 520 p.
- Ruíz, M.D. (2002). Cristalografía Elemental para Químicos. Ágora.
- Williams, D.B and Carter, C.B. (2009). Transmission Electron Microscopy: A text book for material science. Second Edition, Springer-Verlag New York Inc.

#### **Textos clásicos de base:**

- Bloss, F.D. (1994). Crystallography and Crystal Chemistry. Mineralogical Society of America (2ª ed.).
- Brisdon, A.K. (1998). Inorganic Spectroscopic Methods (Oxford Chemistry Primers, 62). Oxford University Press, USA.
- Craig, J.R., Vaughan and D.J. y Skinner, B.J. (2001). Resources of the Earth: Origin, Use and Environmental Impact. 3rd Ed. Prentice Hall, New Jersey, 520 p.
- Criss, R.E. (1999). Principles of Stable Isotope Distribution. Oxford University Press.
- Cullity, B.D., Stock, S.R. (2001). Elements of X-Ray Diffraction, 3ª edición, Prentice and Hall.
- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J., (1992). An introduction to the rocks forming minerals. (2nd ed.), Longman, London, 528 pp.
- Dickin, A.P. (1997). Radiogenic Isotope Geology. Cambridge University Press.
- Gill, R. (1997). Modern analytical geochemistry. An introduction to quantitative chemical analysis for earth, environment and materials scientists. Longman.
- Kesler, S.E. (1994). Mineral Resources, Economics and the Environment. MacMillan College Publishing Company Inc., New York, 391 p.
- Klein, C. y Hurlbut, C.S., (1996). Manual de Mineralogía de Dana (4ª edición). Reverté, Barcelona, 679 pp.
- Manning, D.A.C. (1995). Introduction to Industrial Minerals. Chapman & Hall, London.
- Nesse, W.D. (1999). Introduction to Mineralogy. Oxford University Press.

- Putnis, A. (1992). Introduction to mineral sciences. Cambridge University Press, New York, 457 pp.
- Reed, S.J.B. (1993). Electron microprobe analysis: second edition. Cambridge University Press, Cambridge.
- Skoog D.A. y Leary J.J. (1994). Análisis Instrumental. 4<sup>º</sup> Edición McGraw Hill
- **Apuntes del curso**

Vigencia desde:	2017
Elaborado por:	Manuel Caraballo
Validado por:	Gonzalo Montes, Jefe Docente
Revisado por:	Área de Gestión Curricular, SGD