

### PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MI6041	Simulación Geoestadística			
Nombre en Inglés				
<b>Geostatistical Simulation</b>				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3.0	1.5	5.5
Requisitos			Carácter del Curso	
<b>MI5041: Evaluación de Yacimientos</b>			Obligatorio para: Carrera de Ingeniero Civil de Minas	
Resultados de Aprendizaje				
<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza críticamente el uso de los métodos utilizados en la industria para evaluar recursos y reservas mineras.</li> <li>2. Aplica métodos de simulación para modelar yacimientos y caracterizar la variabilidad espacial de variables regionalizadas.</li> <li>3. Procesa las simulaciones para cuantificar la incertidumbre espacial y facilitar la toma de decisiones.</li> </ol>				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La estrategia metodológica es activo-participativa, consistente en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas</li> <li>• Clases auxiliares</li> <li>• Lecturas</li> <li>• Presentaciones orales</li> </ul>	<p>Las instancias de evaluación serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos controles (C1, C2)</li> <li>• Actividades complementarias (AC) (presentaciones, tareas, lecturas)</li> <li>• Un examen (EX)</li> </ul> <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	Modelos de incertidumbre	5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1.1 Límites de métodos de kriging 1.2 Modelos de incertidumbre global 1.2.1 Soporte puntual 1.2.2 Soporte de bloques 1.2.3 Curvas de selectividad 1.2.4 Efecto de información 1.3 Modelos de incertidumbre local 1.3.1 Principios 1.3.2 Validación de modelos 1.3.3 Kriging de indicadores 1.3.4 Kriging multigaussiano 1.3.5 Modelo Gaussiano discreto 1.4 Modelos de incertidumbre espacial 1.4.1 Principios de simulación 1.4.2 Definiciones y nociones básicas 1.4.3 Tipos de simulación 1.4.4 Post-proceso de las simulaciones 1.4.5 Validación de las simulaciones	El estudiante demuestra que: <ol style="list-style-type: none"> <li>Identifica las falencias de las técnicas tradicionales de interpolación para estimar los recursos en yacimientos mineros.</li> <li>Aplica y compara, a través de casos de estudio, técnicas geoestadísticas para modelar la incertidumbre geológica y calcular los recursos recuperables en un yacimiento.</li> </ol>	[Chilès, cap. 6-7]  [Goovaerts, cap. 2-7]  [Journel, cap. 1]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Simulación de funciones aleatorias	7
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
2.1 Algoritmos genéricos de simulación 2.1.1 Variables aleatorias 2.1.2 Integración de Monte-Carlo 2.1.3 Simulación por iteraciones markovianas 2.2 Simulación multigaussiana 2.2.1 Modelo multigaussiano 2.2.2 Algoritmos de simulación 2.2.3 Condicionamiento a datos 2.2.4 Simulación multivariable 2.2.5 Simulación con cambio de soporte 2.2.6 Ejemplos de aplicación 2.3 Simulación Gaussiana truncada y plurigaussiana 2.3.1 Modelo Gaussiano truncado 2.3.2 Modelo plurigaussiano 2.3.3 Algoritmos de simulación 2.3.4 Ejemplos de aplicación 2.4 Otros métodos de simulación 2.4.1 Procesos puntuales 2.4.2 Modelos basados en objetos 2.4.3 Simulación no paramétrica 2.4.4 Ejemplos de aplicación	El estudiante demuestra que: 1. Aplica, a través de casos de estudio, métodos de simulación de variables continuas y categóricas para construir modelos numéricos de yacimientos. 2. Procesa las simulaciones para cuantificar la incertidumbre en los recursos mineros y en la extensión espacial de unidades geológicas.	[Armstrong] [Chilès, cap. 7] [Devroye, cap. 1-3] [Goovaerts, cap. 8] [Lantuéjoul, cap. 7-8, 11-16] [Leuangthong, cap. 2-4, 10]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Aplicaciones de las simulaciones	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>3.1 Lecturas sobre tópicos específicos, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Validación de algoritmos de simulación</li> <li>- Combinación de incertidumbre en geología y leyes</li> <li>- Predicción de variables continuas y categóricas</li> <li>- Categorización de recursos</li> <li>- Determinación de mallas de perforación</li> <li>- Cuantificación de error de muestreo</li> <li>- Selectividad minera y cálculo de recursos recuperables</li> <li>- Leyes equivalentes</li> <li>- Planificación minera</li> </ul>	<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explica, a través de presentaciones de lecturas, distintas aplicaciones de las técnicas de simulación vistas en el curso para resolver problemas de evaluación de yacimientos, diseño y planificación minera.</li> <li>2. Analiza diferentes herramientas y metodologías geoestadísticas para modelar la incertidumbre geológica, a fin de identificar sus alcances, ventajas e inconvenientes.</li> </ol>	<p>[Chilès, cap. 7]</p> <p>[Goovaerts, cap. 7-8]</p> <p>[Journel, cap. 4-6]</p> <p>[Leuangthong, cap. 10]</p>

### Bibliografía General

**[Armstrong]**

Armstrong M, Galli A, Beucher H, Le Loc'h G, Renard D, Doligez B, Eschard R, Geffroy F (2011). Plurigaussian Simulations in Geosciences. Springer, Berlin.

**[Chilès]**

Chilès JP, Delfiner P (2012) Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty. Wiley, New York.

**[Devroye]**

Devroye L (1986) Non-uniform Random Variate Generation. Springer-Verlag, New York.

**[Goovaerts]**

Goovaerts P (1997) Geostatistics for Natural Resources Evaluation. Oxford University Press, New York.

**[Journel]**

Journel AG, Kyriakidis PC (2004) Evaluation of Mineral Reserves: a Simulation Approach. Oxford University Press, New York.

**[Lantuéjoul]**

Lantuéjoul C (2002) Geostatistical Simulation, Models and Algorithms. Springer, Berlin.

**[Leuangthong]**

Leuangthong O, Khan KD, Deutsch CV (2008) Solved Problems in Geostatistics. Wiley, New York.

Vigencia desde:	2012 Semestre otoño
Elaborado por:	Xavier Emery
Revisado por:	Área de Desarrollo Docente (ADD)