

# Optimización y Planificación Estratégica de Minas con GEOVIA Whittle™

Profesor Dr. Hooman Askari

## Catálogo de Entrenamiento

Noviembre 2018



**3DEXPERIENCE**®

## Optimización y Planificación Estratégica de Minas con GEOVIA Whittle™

Profesor Dr. Hooman Askari

GEOVIA Whittle™	
Fecha y Horario	Lunes 12 a viernes 16 de noviembre de 2018, de 09:00 a 17:00 horas
Fecha Límite de Inscripción	Lunes 5 de noviembre de 2018
Lugar	Oficinas de Dassault Systèmes en Santiago de Chile
Duración	5 días
Precio	<ul style="list-style-type: none"><li>- \$1.120.000. - pesos chilenos por asistente.</li><li>- Se realizarán <b>descuentos de un 15% y 30%</b> por el segundo y tercer asistente, respectivamente, de la misma empresa o personas naturales que se inscriban en conjunto. De esta manera, los precios por asistentes adicionales son los siguientes:<ul style="list-style-type: none"><li>o \$952.000. - pesos chilenos por el segundo interesado.</li><li>o \$784.000. - pesos chilenos por el tercer interesado.</li></ul></li></ul>
Material del Curso	<ul style="list-style-type: none"><li>- Copia impresa de las presentaciones con el contenido de las clases, en inglés.</li><li>- Copia impresa de las instrucciones de los laboratorios, paso a paso, en inglés.</li><li>- Dos (2) set de datos, correspondientes a un depósito de hierro y uno de oro.</li></ul>
Nivel	Desde básico hasta avanzado
Contacto	Profesor Dr. Hooman Askari <a href="mailto:hooman@optitek.ca">hooman@optitek.ca</a> / +1 780 893 9365 Servicios de Dassault Systèmes GEOVIA <a href="mailto:GEOVIA.LATAM.Services@3ds.com">GEOVIA.LATAM.Services@3ds.com</a> / +56 2 2899 8000

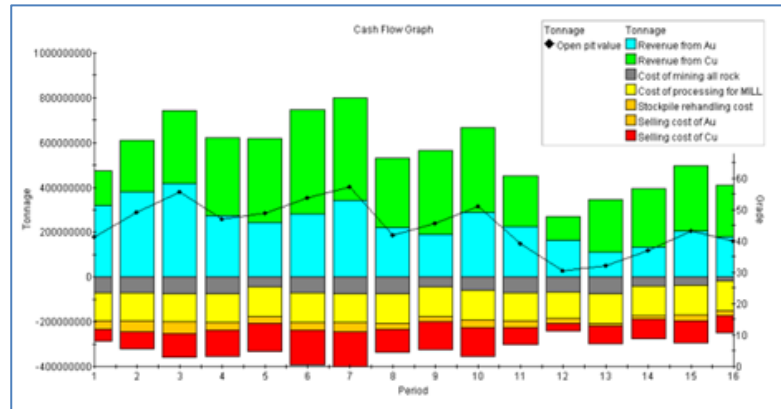
# 3DS Learning Solutions | GEOVIA Whittle™ Catálogo de Entrenamiento

Audiencia	<p>Este curso es un entrenamiento exhaustivo dirigido a profesionales de la industria minera y de recursos, tales como directores, gerentes de proyectos, planificadores mineros, ingenieros de minas, profesionales de geociencias, geólogos, gerentes, metalurgistas, analistas financieros y tomadores de decisiones, desde etapas de exploración geológica hasta operaciones mineras.</p> <p>Es un entrenamiento adecuado para aquellos profesionales de la industria minera que requieran obtener un conocimiento más profundo y práctico de la teoría y de las herramientas actuales de software de optimización y planificación estratégica de minas.</p>
Instructor	<p>El <b>Dr. Hooman Askari</b> es profesor de la carrera de Ingeniería de Minas en la <i>Escuela de Ingeniería de Minas y Petróleo de la Universidad de Alberta</i>, Canadá. El Profesor Askari dicta clases y lidera investigaciones en las áreas de planificación, diseño minero y simulación de sistemas mineros.</p> <p>El Profesor Askari es ingeniero de minas registrado y tiene más de dos décadas de experiencia en operaciones mineras, consultoría, investigación y docencia, en las áreas de planificación y diseño de minas a cielo abierto.</p> <p>Tiene una sólida y exitosa trayectoria a cargo de la dirección del Equipo de Investigación del Laboratorio de Optimización Minera (MOL, por sus siglas en inglés), el cual es patrocinado por socios de la industria minera, con el fin de desarrollar, realizar pruebas y entregar software prototipos de optimización en planificación minera y modelos de simulación de minas a las principales compañías mineras.</p> <p>Es Consultor Principal de la compañía <i>OptiTek Mining Consulting Ltd.</i> y está a cargo de la optimización de la programación de producción de minas a cielo abierto de largo a corto plazo y de la simulación de sistemas mineros.</p>
Estructura del Curso	<p>El curso contempla el desarrollo de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Clases teóricas.</li><li>- Laboratorios de computación, documentados con instrucciones paso a paso.</li><li>- Ejercicios y trabajo en proyectos.</li><li>- Presentación de casos de estudios reales de minería.</li></ul>
Prerrequisitos	<p>Los requisitos para participar en este entrenamiento, son:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tener conocimientos básicos de geología y de minería.</li></ul> <p>Los computadores personales deberán cumplir con los requerimientos de sistema para que GEOVIA Whittle™ corra adecuadamente.</p>

La investigación desarrollada en MOL se enfoca en la aplicación de técnicas de investigación operativa y métodos analíticos avanzados tales como modelamiento matemático, optimización, simulación de eventos discretos/continuos y agentes inteligentes, con el fin de obtener soluciones óptimas o casi óptimas a problemas complejos de toma de decisiones en planificación y operaciones mineras a gran escala.

<http://www.ualberta.ca/MOL/>

Laboratorio de Optimización Minera (MOL)



## Descripción del Curso

El proceso de optimización de planificación estratégica de minas es la columna vertebral de las operaciones mineras. En los proyectos mineros, las desviaciones de los planes mineros óptimos dan lugar a importantes pérdidas y obligaciones financieras futuras, demoras en la recuperación y esterilización de los recursos.

El programa de producción para la vida de la mina determina la secuencia de extracción de los materiales y su destino. En este curso, se presentan los principios y conceptos fundamentales involucrados en la optimización y la planificación minera estratégica.

Los temas cubiertos por este curso incluyen el cálculo del valor del bloque, ingresos y costos mina, optimización de pits mediante el método manual, conos flotantes y algoritmo de *Lerchs y Grossman* en 2D y 3D, algoritmo *Pseudo-Flow*, planificación de la producción para la vida de la mina, estimación de la vida útil de la mina, teoría de Lane y optimización por leyes de corte, optimización simultánea (SIMO), programación de la producción multiproceso y multimina, además de proporcionar un enfoque para manejar la incertidumbre en las leyes.

Se presentarán modelos matemáticos de optimización y estudios de casos para la planificación de largo plazo de minas a cielo abierto. Adicionalmente, se configurarán y resolverán formulación de problemas de mezclas.

El curso complementa conceptos teóricos con instrucciones completas y experiencia práctica para llevar a cabo un proyecto utilizando el software de planificación estratégica de minas GEOVIA Whittle™. Se mostrarán análisis comparativos para diferentes escenarios de producción, pilas, optimización de leyes de corte, SIMO, análisis multimina y sus impactos en los resultados finales del negocio minero.

## Resultados Esperados

- Entender los conceptos de planificación estratégica de minas.
- Comprender cómo la optimización mejora el desempeño económico.
- Completar un estudio estratégico de planificación minera en Whittle™.
- Aprender qué costos deberían incluirse en la optimización a cielo abierto.
- Comprender los principios que fundan el algoritmo 3D de *Lerchs & Grossman*.
- Comprender los principios que fundan el algoritmo *Pseudo-Flow*.
- Optimizar el pit final con fases Whittle™ prácticas.
- Generar envolventes óptimas, reportes y programas de producción.
- Elegir fases Whittle™ con un ancho mínimo operativo.
- Programar la producción considerando contratistas para la explotación de la mina.

- Comprender técnicas avanzadas con control de la dirección de minado – arenas bituminosas.
- Utilizar pilas de almacenamiento y mezclas de extracción.
- Comprender la optimización por leyes de corte y la teoría de Lane.
- Aplicar optimización simultánea avanzada (SIMO).
- Realizar sensibilización para desarrollar una estrategia de reducción de riesgos.
- Utilizar una nueva función de optimización del CAPEX.
- Realizar programación de producción multiminas y alimentación a planta multiproceso.
- Manejar el riesgo asociado a la incertidumbre de leyes.
- Comprender el valor potencial del depósito.
- Identificar áreas objetivo para futuras campañas de sondaje.
- Cuantificar el impacto de la incertidumbre de las leyes en la programación de la producción.
- Revisar estudios de casos: depósitos de hierro, cobre-oro y arenas bituminosas.

## Programa del Curso

### Módulo 1: Optimización de Pit Final

- Introducción a la optimización y planificación estratégica de minas.
- Pit Final: conos flotantes, *Lerchs & Grossman* 2D y 3D.
- Algoritmo *Pseudo-Flow*.
- Cálculo de valores de bloque.
- ¿Cuáles costos incluir en la optimización de pit?
- Historial de exploración de datos de proyecto y campaña de campo - Mineral de Hierro.
- Cálculo de costos del proyecto.
  - o Costos de minado de mineral y de estéril.
  - o Costos de procesamiento de mineral y recuperaciones.
  - o Costos generales y administrativos.
- Laboratorio 1 en Whittle™ – Optimización de Pit Final
  - o Nodo de curva tonelaje-ley y de rebloqueo.
  - o Nodo de selección de ángulos de talud y nodo de envolventes de pit.
  - o Elección de algoritmo de *Lerchs & Grossman* 3D o *Pseudo-Flow*.
  - o Nodo de escenario operacional y *Revenue Factors*.
  - o Discusión de selección de minerales y gráfico *Pit by Pit*.
  - o *Revenue Factors* comprimidos.
  - o Gráfico *Schedule* y programación por bancos.
  - o Tamaño de bloque y SMU.
  - o Skin Analysis.

Día 1

Día 2

## Módulo 2: Programación de la Producción para la Vida de la Mina (LOM)

- Conceptos de programación de la producción.
- Laboratorio 2 en Whittle™ – Programación de la Producción de Largo Plazo
  - o Gráfico *Schedule* y programación por bancos.
  - o Estimación de la vida de la mina y costos relacionados al tiempo compartido.
  - o Elección de Fases Whittle™.
  - o Algoritmos *Milawa NPV* y *Milawa Balanced*.
  - o Fases Whittle™ considerando anchos mínimos de minado.
  - o Programación de bancos y programación optimizada.
  - o Implementación y evaluación del direccionamiento de minado.
  - o Análisis de sensibilidad usando un gráfico de araña.
- Laboratorio 3 en Whittle™ – Fases Whittle™ Prácticas – VPN
  - o Minería con contratistas.
  - o Traslape de bancos fijo y variable.
  - o Elección de fases Whittle™ intermedias.
  - o Impacto de la geometalurgia y de la dureza del mineral.
  - o Restricción de horas de camión.
- Ejercicio 1 de Whittle – Depósito de Oro y Cobre – Optimización de Pit

Día 3

## Módulo 3: Control de la Dirección y Mezclas

- Laboratorio 4 en Whittle™ – Control de la Dirección de Minado y *Pre-stripping*
  - o Control de la dirección de minado.
  - o Ejercicio de depósito de arenas bituminosas.
  - o *Pre-stripping*.
- Laboratorio 5 en Whittle™ – Pilas de Almacenamiento
  - o Pilas multi-elemento, de baja, media y alta ley.
  - o Cálculo de costo de remanejo.
  - o Leyes de corte de pilas.
- Laboratorio 6 en Whittle™ – Mezcla Previa a Proceso o Mezcla Extractiva Directa de Mina
  - o Pilas de mezcla.
  - o Rangos de mezcla (manuales y automáticos).
  - o Mezcla para controlar la ley de cabeza.
  - o Concepto de rangos de mezcla.
  - o Control de la ley de cabeza mediante restricciones de mezcla.
  - o Uso del motor CPLEX.

	<ul style="list-style-type: none"><li>- <u>Ejercicio 2 de Whittle™</u> – Depósito de cobre y oro – Programación de la Producción.</li><li>- <u>Ejercicio 3de Whittle™</u> – Depósito de cobre y oro – Mezclas y Pilas.</li></ul>
Día 4	<p><b>Módulo 4: Optimización por Leyes de Corte y Uso de Pilas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Optimización por leyes corte: Teoría de <i>Lane</i>.<ul style="list-style-type: none"><li>o Optimización por leyes de corte: maximización de los beneficios.</li><li>o Optimización por leyes de corte: maximización del VPN.</li></ul></li><li>- <u>Laboratorio 7 en Whittle™</u> – Optimización por leyes de corte, paso a paso.</li></ul>
	<p><b>Módulo 5: Optimización Simultánea (SIMO)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Introducción a la optimización simultánea.</li><li>- Integración de la programación de la producción, mezclas, pilas y leyes de corte.</li><li>- Control avanzado de optimización.<ul style="list-style-type: none"><li>o Pestaña de optimización.</li><li>o Pestaña de rangos de mezcla.</li><li>o Rangos manuales versus automáticos.</li><li>o Pestaña de pilas.</li><li>o Análisis comparativo del valor generado por SIMO.</li></ul></li><li>- <u>Laboratorio 8 de Whittle™</u> – Optimización Simultánea<ul style="list-style-type: none"><li>o Proceso de optimización de CAPEX.</li><li>o Adquisición de capacidad adicional de minado y de procesamiento.</li><li>o Use de validación de períodos para controlar límites adicionales.</li><li>o Generación de reportes simultáneos: reporte de los límites de CAPEX.</li></ul></li></ul>
Día 5	<p><b>Módulo 6: Manejo del Riesgo e Incertidumbre en las Leyes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Usar la línea de comandos para automatización y simulación de procesos.<ul style="list-style-type: none"><li>o Reducción del diseño de los tiempos de ciclo mediante la integración del flujo de trabajo.</li></ul></li><li>- Definición del pit final bajo condiciones de incertidumbre en las leyes.</li><li>- Realizaciones equiprobables de leyes dentro del depósito mineral.</li><li>- Pit óptimo para modelos estimados por <i>Kriging</i>, modelos <i>e-type</i> y realizaciones P90 y P10.</li><li>- Impacto de la incertidumbre en las leyes sobre el pit final óptimo.</li></ul>



- Cuantificación del impacto de la incertidumbre en las leyes sobre la programación de la producción.
- Laboratorio 9 de Whittle™ – Pit final en presencia de incertidumbre en las leyes.

## **Módulo 7: Optimización Multimina y Multiproceso**

- Introducción a la optimización multimina y multiproceso.
- Laboratorio 10 de Whittle™ – Proyecto Multimina de Hierro
  - Combinar múltiples modelos de bloques en un proyecto.
  - Límites de mina aplicados a múltiples minas.
  - Límites de mina en minas individuales.
  - Separación seca y húmeda multiproceso.
  - Flujos de procesamiento múltiple/alternativo.
  - Productos múltiples/alternativos.
  - Ejemplo complejo de logística minera.
  - Lecciones aprendidas sobre optimización multiminas.

