

MI54A EVALUACION DE YACIMIENTOS
10 U.D.

REQUISITOS : GL54A,MA34B,IN42A DH : (5.0-3.0-2.0)

CARÁCTER : Obligatorio de la Carrera de Ingeniería Civil de Minas

OBJETIVOS :

Generales :

- Repaso de Conceptos Estadísticos y Geoestadística
- Taller de Evaluación de Reservas de un Yacimiento Real
- Teoría y Práctica de Muestreo

CONTENIDOS : **Hrs. de Clase**

1. Repaso de Conceptos Estadísticos y Geoestadística **45**

- **Repaseo de Conceptos Estadísticos :**
 - Distribuciones Normales, Lognormal, Poisson y Binomial
 - Regresión
 - Inferencia Estadística
- **Teoría de Variables Regionalizadas**
 - Introducción
 - Correlograma, Covariograma y Variograma
 - Efecto de los Outliers
 - Modelos teóricos
 - Varianzas de dispersión y relación de Krige
 - Varianza de estimación
- **Kriging**
 - Kriging Ordinario
 - Kriging Simple
 - Kriging del Indicador
 - Kriging Universal
 - Comparación de métodos

2. Taller de Evaluación de Reservas de un Yacimiento Real.

30.0

- Este taller es guiado por el Profesor Auxiliar y procede en forma paralela al desarrollo teórico. El programa de trabajo del proyecto se describe a continuación :
 - Los datos corresponden a datos reales de un yacimiento de oro de baja ley. La base de datos y topografía son reales. El modelo geológico ha sido simplificado, las leyes han sido multiplicadas por un factor y una constante ha sido sumada a las coordenadas para proteger los datos de la empresa Minera.
 - El modelo geológico ha sido simplificado para concentrar los esfuerzos de los estudiantes en las técnicas geoestadísticas utilizadas. El modelo consiste en una zona de óxidos y sulfuros. En la vida real el modelo geológico se desarrolla previo a las evaluaciones de reservas.

2.1 Datos Disponibles :

Se dispone de los siguientes datos : Un juego de once secciones paralelas cada 50 m. cubriendo todo el yacimiento y mostrando :

- Posición de los sondajes y muestras de oro con sus leyes en código de colores
- Poblaciones geológicas separadas por el contacto entre óxidos y sulfuros.
- Superficie topográfica.

Un juego de plantas de 5m de espesor cada 25m. de profundidad, mostrando la posición de los sondajes y de la ley de compósitos de 5m. de longitud usando el mismo código de colores que en las secciones

Se proveen bases de datos de sondajes y modelo de bloques en el software GECOM (PCXPLOR y PCMINE)

2.2 Trabajos a Realizar :

- **Se requiere analizar los siguientes aspectos :**
 - Análisis espacial de datos y apreciación de la densidad de los datos. Identificación de zonas de alta y baja ley
 - Análisis estadístico de datos de las distintas poblaciones geológicas.
 - Generación de compósitos de diferentes soportes (largos) y análisis estadístico básico de ellos para cada población. Generación de curvas tonelaje - ley para cada soporte.
 - Cálculo de reservas mediante el método tradicional IVOR (inverso de la distancia elevada a cierta potencia). Cálculo de curvas tonelaje - ley.
- **Cálculo geoestadístico de reservas incluyendo :**
 - Variografía y análisis de anisotropía.
 - Validación de la variografía y plan de kriging mediante validación cruzada.
 - Validación del modelo estimado mediante análisis comparativo de leyes de compósitos usados para la estimación y leyes de bloques estimados, incluyendo : estadísticas básicas para cada población, derivadas en diferentes direcciones, plantas y secciones.
 - Cubicación de reservas. Generación de curvas toneladas- ley. Comparación contra el método IVOR.

- Categorización de reservas en las categorías medidas, indicadas e inferidas a través de la varianza de estimación de kriging y la densidad de sondajes.
- Validación de las mallas de sondajes mediante el cálculo de error de estimación de bloques grandes como para sustentar la producción por un trimestre y un año para reservas medidas e indicadas, respectivamente.
- Elaboración de un informe.

3. Teoría y Práctica de Muestreo

35.0

Este módulo es, en general, dictado por el Prof. Francis Pitard en una semana de dedicación exclusiva. Los objetivos del curso son presentar a los participantes, en forma clara y ordenada, los distintos tipos de errores de muestreo. Ampliar y profundizar los conocimientos y aplicaciones de la teoría y práctica del muestreo a casos tales como exploración geológica, control de leyes en minas y muestreo de flujos en plantas metalúrgicas.

Se discuten, además, los diversos equipos de muestreo para dar a los participantes una clara idea de las ventajas y desventajas de los diferentes equipos de muestreo y preparación de muestras disponibles en el mercado.

Se presentan aplicaciones prácticas de muestreo de flujos en plantas a través del sistema computacional PVM (Process Variability Management). Se discuten aspectos tales como ciclos, intervalos óptimos de muestreo, etc. Las demostraciones se dan mediante DATA SHOW.

El programa contempla :

Primera Parte : Muestreo (tres días) :

- **Conceptos Fundamentales usados en Muestreo y Control de Leyes :**
 - Las etapas del muestreo: Dividiendo un problema complejo en varios problemas simples.
 - La clave del control de leyes es comprender los diferentes errores de muestreo presentes.
 - Descripción completa de los nueve tipos de errores de muestreo que pueden generar grandes discrepancias en leyes de minerales.
 - Consecuencia de los errores de muestreo en la reconciliación mina-planta.
 - El efecto devastador de las ilusiones creadas por la distribución de Poisson en los ensayos de oro.
 - El modelo Lognormal. Un modelo estructural.
 - El modelo Poisson. Un modelo circunstancial.
- **Una Introducción Lógica al Concepto de Heterogeneidad :**
 - Heterogeneidad de minerales tales como oro en muestras de laboratorio
 - Heterogeneidad de minerales en flujos
 - Heterogeneidad de minerales en situ
 - Heterogeneidad de minerales en stocks
 - Heterogeneidad de minerales detritos de sondajes o pozos
- **Errores Generados por el Peso de las Muestras :**
 - Optimización del peso de las muestras en protocolos de muestreo.

- El uso de nomogramas para optimizar protocolos de muestreo.
- Descripción del test de heterogeneidad : un pre-requisito para cualquier estudio de factibilidad.
- **Errores Generados por la Segregación :**
 - Estudio de la segregación del oro y otros minerales en flujo de procesos, bolsas de muestras, almacenamiento y stocks.
 - La segregación del oro liberado puede crear problemas de sesgos insolubles, ¿Qué podemos hacer al respecto ?
- **Implementación Práctica de Protocolos de Muestreo :**
 - Revisión completa de lo correcto e incorrecto de las herramientas de muestreo disponibles hoy en el mercado
 - **Estudio de los errores de muestreo que siempre introducen sesgos :**
 - El error de delimitación de los incrementos
 - El error de extracción de los incrementos
 - El error de preparación de los incrementos
 - El error del peso de los incrementos
- **Revisión de algunos Problemas Particulares de Muestreo :**
 - Oro liberado
 - Oro no liberado
 - Oro asociado con otro mineral
 - Muestreo representativo de todas las fracciones granulométricas
- **Estandarización de la Estrategia de Muestreo :**
 - Virtud de una estrategia interactiva

Segunda Parte : Control de Leyes (dos días) :

- **Control de Leyes :**
 - Heterogeneidad multidimensional in situ, un enfoque simple
 - Investigación del efecto pepita
 - Selección de una ley de corte realista
 - Control de leyes usando pozos de tronadura
 - Control de leyes usando el modelo geológico - estadístico
 - Control de leyes usando muestras de marina
 - Optimización de costos de perforación en exploración
 - Exploración de oro mediante el muestreo de sedimentos fluviales
 - Discrepancias de leyes entre técnicas de perforación entre mina y planta
- **Introducción a la Cronoestadística :**
 - El variograma
 - Análisis completo de fluctuaciones de leyes de cabeza usando el variograma
 - Cuantificación de la variabilidad aleatoria, la irrelevante, de muestreo, de sub-muestreo y de medición.
 - Cuantificación de tendencias y ciclos
 - Introducción al uso de cartas de control variográfico
 - Presentación del sistema computacional para la construcción de cartas de control.

- **Discrepancias entre Estimaciones de Mina y Planta :**
 - Análisis del problema en grupos. (Taller de trabajo)
 - Cambiando un problema en una oportunidad de mejora
 - Descripción de un plan para mejorar la calidad de la información y la minimización de pérdidas invisibles, típicas de los proyectos auríferos.

