

## PROGRAMA DEL CURSO "GEOESTADISTICA"

Dr. Martín Díaz Viera\*, Dr. Ricardo Casar González, M. en C. Javier Méndez Venegas

\*) Instituto Mexicano del Petróleo, Tel: 9175-6473, e-mail: [mdiazv@imp.mx](mailto:mdiazv@imp.mx)

**Viernes 13 DE AGOSTO A LAS 3:00 pm, Aulas del Posgrado, IMP.**

### Objetivos del curso:

- Ofrecer de manera sistemática los conceptos básicos de la Geoestadística sin requerir de un conocimiento avanzado de estadística.
- Proveer a los participantes de las habilidades prácticas que se requieren en el desarrollo de aplicaciones geoestadísticas en diversas áreas de ciencias de la tierra.
- Ejercitar mediante clases prácticas los conocimientos adquiridos usando software comercial y de dominio público.
- Resolver un problema concreto que sea del interés del participante aplicando la metodología Geoestadística (podrán traer sus propios datos).

### Formas de Evaluación:

Presentación por escrito de las tareas (una por cada tema)

Discusión por escrito de un artículo donde se aplique la geoestadística

### Temario:

#### 1.- Introducción

- Objetivos del curso.
- Origen, definición y objeto de estudio
- Etapas del análisis geoestadístico
- La Geoestadística, su posición y su relación con respecto a otras ramas de la estadística.
- Ejemplos de aplicaciones.

#### 2.- Análisis Exploratorio de Datos

- Variable aleatoria: discreta y continua.
- Función de Distribución de Probabilidad (FDP)
- Función de Densidad de Probabilidad (fdp). Histograma.
- Percentiles. Momentos: valor esperado, varianza.
- Distribución Normal. Características.
- Modelo LogNormal. Características.
- Estadística multivariada.
- Distribución Bivariada. Scattergram. Semivariograma.
- Momentos: media, covarianza, coeficiente de correlación.
- Regresión lineal y mínimos cuadrados

#### 3.- Funciones Aleatorias

- Variable aleatoria regionalizada
- Función aleatoria.
- Función de distribución y momentos de una función aleatoria
- Funciones aleatorias estacionarias
- Funciones aleatorias intrínsecas
- Funciones aleatorias no estacionarias

#### 4.- Análisis Estructural

- El Semivariograma. Definición
- Estimadores del semivariograma
- Consideraciones prácticas para el cómputo del semivariograma muestral
- Formas generales del semivariograma muestral
- Condiciones que deben cumplir los modelos del semivariograma
- Modelos autorizados para el semivariograma
- Modelos transitivos o acotados. Modelos no acotados
- Semivariogramas Anisotrópicos
- Modelación del variograma experimental. Métodos de ajuste

- Criterios de Selección de los Modelos
- Validación del modelo del semivariograma
- La "receta" del análisis estructural.
- Análisis estructural de un ejemplo práctico.

### 5.- Estimación espacial

- El mejor estimador lineal insesgado. Planteamiento general del problema.
- Ecuaciones del Kriging ordinario. Forma matricial
- Clasificación de los diferentes tipos de Kriging
- Ejemplos de Kriging lineal más usuales: Simple, Ordinario y Universal.
- Kriging por Bloques
- Kriging en presencia de no estacionaridad
- Modos habituales de manejar la no estacionaridad
- Aspectos prácticos del Kriging Universal
- Kriging Residual
- Kriging Indicador. La Función Indicador. Variograma Indicador.

### 6.- Geoestadística Multivariada

- Definiciones de los momentos cruzados de segundo orden
- Propiedades de los momentos cruzados de segundo orden
- Cokriging en el caso estacionario
- Estimación y Modelación de los momentos cruzados de segundo orden
- Modelo de correogionalización lineal
- Análisis estructural multivariado
- Validación del modelo de semivariograma cruzado
- Ejemplos de Aplicaciones del Cokriging
- El caso de dos variables correlacionadas
- Estimación de combinaciones lineales de variables
- El problema de variables pobremente muestreadas
- Dificultades y Aspectos Prácticos del Cokriging
- Algunos métodos alternativos al Cokriging
- Kriging combinado con Regresión Lineal
- Kriging con una Deriva Externa

### 7.- Métodos de Simulación Estocástica.

- Introducción
- Objetivos de la simulación
- Condicionamiento
- ¿Simulación o estimación?
- La teoría de la simulación condicional
- Métodos de simulación de funciones aleatorias más conocidos
- Métodos del tipo Gaussiano
- Método matricial
- Método espectral
- Método de bandas rotantes
- Métodos secuenciales
- Métodos del tipo Recocido Simulado (Simulated Annealing)
- Ejemplos de Aplicación

### Bibliografía:

- [1] Chilès, J. P. and P. Delfiner, *Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty*, 1999.
- [2] Deutsch, C. V. and Andre G. Journel, *GSLIB. Geostatistical Software Library and User's Guide*. Second Edition, 1997.
- [3] Deutsch, C. V., *Geostatistical Reservoir Modeling*, Oxford University Press, New York, 376 pages, 2002.
- [4] Hohn, M. E., *Geostatistics and Petroleum Geology*. Second Edition, 1998.
- [5] Isaaks, E. H. and R. M. Srivastava, *An Introduction to Applied Geostatistics*, Oxford Univ. Press, pp. 561, 1989.
- [6] Kelkar M. and G. Pérez, *Applied Geostatistics for Reservoir Characterization*, SPE, 2002.
- [7] Samper Calvete F. J. y J. Carrera Ramírez, *Geoestadística: Aplicaciones a la hidrogeología subterránea*, Centro Int. de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona, 1990.
- [8] Wackernagel H., *Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications*. 2nd Rev edition, 1998.