

## Curso de Postgrado

### Introducción a la Geoestadística – Aplicaciones a la Hidrogeología

8 al 12 de mayo de 2017

Organizado por el Instituto de Hidrología de Llanuras “Dr. Eduardo J. Usunoff”

#### 1. Docente

##### **Adolfo D. Castro**

Sub-Director del Instituto de Materiales y Suelos de la Facultad de Ingeniería, Profesor Adjunto de Mecánica de Suelos y Mecánica de Rocas, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

Doctor en Ingeniería del Terreni y M.Sc. en Hidrología Subterránea, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, Licenciado en Geofísica, Universidad Nacional de San Juan.

#### 2. Objetivos

Los objetivos principales se presentan a continuación:

- Introducir al alumno a la evaluación cuantitativa de la variabilidad espacial.
- Introducir al alumno en la interpretación de la estructura de variabilidad, la búsqueda de direcciones espaciales de anisotropía y propiedades de los estimadores.
- Capacitar al alumno en el tratamiento estadístico de los resultados de experimentos en los que las medidas tienen correlación espacial. Capacitar al alumno en el tratamiento informático de experimentos con gran número de resultados espacialmente correlacionados.
- Introducir al alumno en la estimación condicionada mediante el Kriging. Capacitar al alumno en la elección del método de estimación más apropiado de acuerdo al tipo de problema, a la estructura de continuidad y a la direccionalidad.
- Introducir al alumno en las técnicas de simulación condicionada. Capacitar al alumno en la generación de campos espaciales equiprobables. Introducir al alumno al análisis de Monte Carlo.
- Introducir al alumno en la descripción estocástica de los mecanismos de transporte.

#### 3. Programa Analítico

##### **3.1.- Descripción estadística de procesos aleatorios.**

Estadística, Geoestadística y procesos Estocásticos. Concepto de modelo. Necesidad de modelos para procesos que involucran variabilidad. Experimentos y eventos. Eventos mutuamente excluyentes. Variables aleatorias discretas y continuas. Distribución de probabilidad. Propiedades. Parámetros de una distribución. Descripción univariada: metodología de estudio de datos. Descripción bivariada: metodología de estudio de datos. Covarianza y correlación.

### **3.2.- Continuidad espacial**

Variables aleatorias. Variables Regionalizadas. Continuidad espacial: Covarianza y variograma. Direccionalidad y anisotropía. Representación espacial: mapas de símbolos, indicadores, isolíneas. Propiedades del variograma. Variograma muestral y modelos teóricos. Componentes de los modelos teóricos básicos. Superposición. Mapas de variogramas, mapas de alcances.

### **3.3.- Estimación**

Enfoque probabilístico del estudio de procesos espaciales. Modelo de función aleatoria. Propiedades de los estimadores. Kriging ordinario. Condición de sesgo nulo. Ecuaciones de Kriging. Expresión del estimador y de la varianza de estimación. Incorporación de información secundaria. Kriging simple y Kriging con deriva externa. Co-Kriging. Estimación con indicadores. Ejercicios de aplicación.

### **3.4.- Simulación**

Estimación y simulación. Generación de campos aleatorios. Simulación condicionada a las medidas. Simulación condicionada a la estructura de continuidad espacial. Simulación gaussiana secuencial. Simulación por campos de probabilidad. Simulated annealing. Ejercicios de aplicación.

### **3.5.- Transporte en medios heterogéneos. Enfoque estocástico.**

Comportamiento anómalo del transporte en todas las escalas observacionales. Heterogeneidad. Diferentes enfoques para incorporar la heterogeneidad en modelos de transporte. Aproximación estocástica. Métodos Eulerianos y Lagrangeanos. Combinación de descripción Lagrangeana, algoritmos probabilísticos de reacción y heterogeneidad. Modelo 2D: heterogeneidad representada como un campo aleatorio de retardo. Adición de términos reactivos por medio de CTRW. Soluciones numéricas de transporte reactivo por medio de random walk.

## **4. Carga horaria**

60 horas. 40 horas (5 días de 8:30 – 12:30, y de 14:00 – 18:00) presenciales y 20 horas de resolución de ejercicios.

## **5. Evaluación**

El curso es teórico-práctico con modalidad presencial y evaluación final dada por un trabajo de aplicación sobre datos reales, realizado completamente por el/los alumnos.

## **6. Requerimientos**

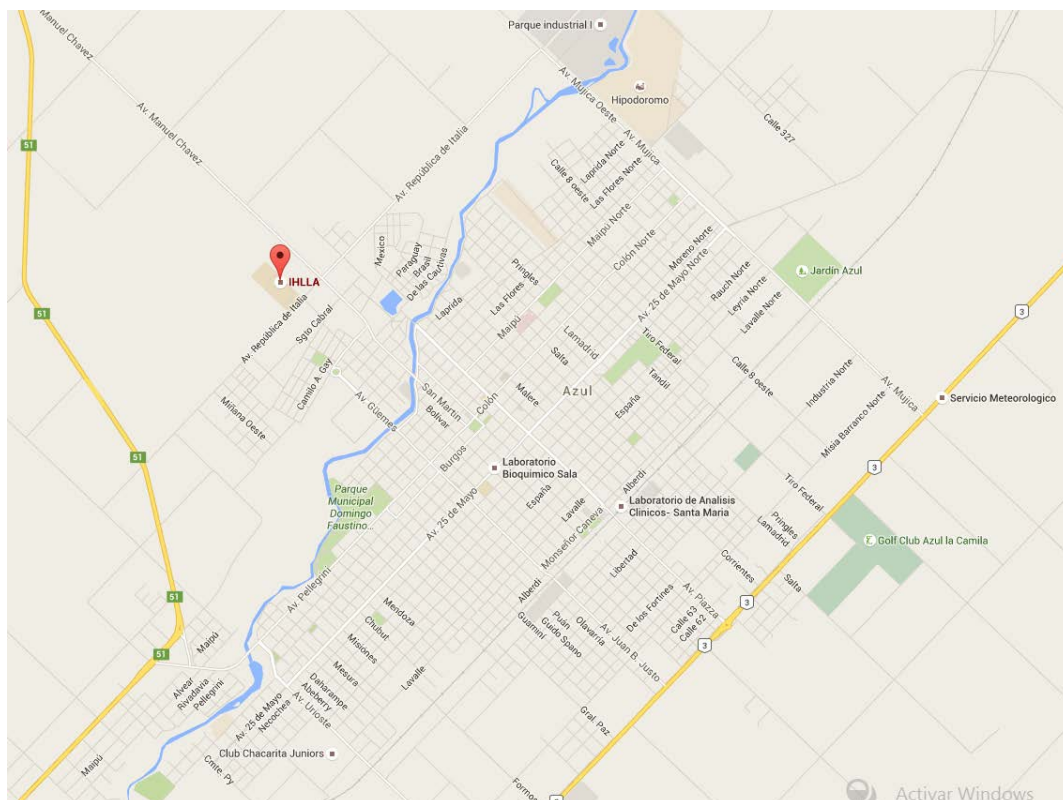
Para la resolución de los ejercicios (no durante las horas presenciales) se utilizará el software SGeMS (Stanford Geostatistical Modeling Software). Es gratuito y de código abierto. Está disponible para Win, Linux y Mac.

## 7. Bibliografía

- Samper, J. y Carrera, J. “Geoestadística, aplicaciones a la Hidrología Subterránea” - CIMNE, BCN, 1990.
- Isaaks, E. y Srivastava, R. “Introduction to Applied Geostatistics” - Oxford University Press, 1989.
- Davore, J.L. “Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias” - Thomson Editores, 2005.
- Dentz, M.; Castro, A. “Anomalous Transport under Random Retardation” – Geophysical Research Letters, 36, L03403, 2009.
- Carrera, J.; Sánchez-Vila, X; Gómez-Hernández, J. “Geostatistics for Environmental Applications”, Springer, 2004.
- Carrera, J.; Sánchez-Vila, X; Gómez-Hernández, J. “Quantitative Geology and Geostatistics”, Springer, 2008.
- SGeMS - GSLib - Stanford Software Library.

## 8. Lugar

Aula de postgrado del Instituto de Hidrología de Llanuras “Dr. Eduardo J. Usunoff”. Campus de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Azul, Buenos Aires, Argentina.



## 9. Consultas e información del curso

Ing. Georgina Cazenave

e-mail: [cazenave@faa.unicen.edu.ar](mailto:cazenave@faa.unicen.edu.ar)

Tel. +54 2281 432666 int. 6355



## 10. Inscripción y costo de matrícula

### Costo de la matrícula:

General \$ 2.500 (pesos dos mil quinientos); estudiantes de postgrado \$ 2.000 (pesos dos mil).

El pago se realizará por transferencia bancaria a la cuenta:

Titular: Comisión de Investigaciones Científicas

CUIT: 33-68485414-9

Cuenta Fiscal Nº 1070/4 – Banco Provincia de Buenos Aires

Casa Matriz 2000 – La Plata – Argentina

CBU: 0140999801200000107043

Enviar comprobante y datos necesarios de facturación por fax (02281-432666) o e-mail: [cazenave@faa.unicen.edu.ar](mailto:cazenave@faa.unicen.edu.ar)

***Las plazas son limitadas, por lo que se recomienda inscribirse lo antes posible.***

## 11. Información sobre la ciudad y hospedajes:

<http://www.azul.gov.ar/>

<http://www.conocelaprovincia.com.ar/azul-buenos-aires/>

<http://www.buenosairesturismo.com.ar/azul/alojamientos.php3>