



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE QUERÉTARO

FI FACULTAD  
DE INGENIERÍA



ASOCIACIÓN  
MEXICANA  
DE  
HIDRÁULICA

INRAE  
la science pour la vie, l'humain, la terre

REDESCLIM



UAEMéx  
Universidad Autónoma  
del Estado de México

## GEOESTADÍSTICA PARA HIDROLOGOS

**Organizado por:** Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y Asociación Mexicana de Hidráulica A.C. (AMH)

**Patrocinio:** *Institute National de la Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et Environnement de France (INRAE), REDESCLIM-CONACYT y el CIRA de la Universidad Autónoma del Estado de México*

**LUGAR:** Parque Biotecnológico de la Facultad de Ingeniería. UAQ campus Centro Universitario,  
**DURACION y FECHA:** treinta horas, del lunes 18 de septiembre al viernes 22 de septiembre del 2023.  
**HORARIO:** 10:00 a 14:00 y 16:00 a 18:00

**Modalidad:** Híbrida.

**COSTOS:** \$4500.00 (cuatro mil quinientos pesos, 00/100)

**Dirigido a:** Profesionistas, estudiantes de posgrado y público interesado en el tema.

**Requisitos previos:** Ordenador portátil propio para comodidad personal. Conocimientos básicos de Hidrología o Geografía Física/Climatología, Estadística; dado que las plazas son limitadas, por favor enviar una solicitud de inscripción al Dr. Enrique Gonzalez Sosa por correo electrónico [egs@uaq.mx](mailto:egs@uaq.mx).

**Aspectos prácticos:** Los estudiantes se harán cargo de su traslado, alojamiento y comida en modalidad presencial en la UAQ, dirección de Parque Biotecnológico de la Facultad de Ingeniería. Constancia de participación, requisito 80% de asistencia. La lengua de enseñanza será Francés –Ingles, asistencia en español.

**Objetivo:** El curso es una introducción a los conceptos básicos de la geoestadística. Es útil para los hidrólogos cuando los datos no cubren completamente la zona de interés, lo que genera actividades como interpolación, fusión o recalibración de datos, etc. En el caso muy frecuente de que el sistema que se controla (suelo, cuenca) no sea lineal, las técnicas de simulación son útiles para tener en cuenta los efectos derivados de las incertidumbres y la variabilidad espacio-temporal, o para abordar cambio de escala entre los datos disponibles y su uso previsto.

**Instructores:** Dr. Etienne Leblois (INRAE, Lyon, France) ; M.I. Silvia Aguilar Salas (UAQ, Querétaro)



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE QUERÉTARO

**F1** FACULTAD  
DE INGENIERÍA



ASOCIACIÓN  
MEXICANA  
DE  
HIDRÁULICA

**INRAE**  
la science pour la vie, l'humain, la terre

**REDESC**LIM



**UAEMéx**  
Universidad Autónoma  
del Estado de México

## Contenido

1. *La naturaleza como realización de una función aleatoria*: una perspectiva pragmática.
2. Estacionalidad: estacionalidad de segundo orden frente a estacionalidad incremental; estacionalidad como decisión.
3. *Caracterización de la variabilidad de las funciones aleatorias*: variograma, definición y propiedades; modelos teóricos; estimación a partir de datos empíricos; estimación a partir de una única realización: ergodicidad; en el caso de la estacionariedad de segundo orden, vínculo entre el variograma y la covarianza.
4. *Interpolación geoestadística (Kriging)*: Estimación y varianza de la estimación; características comunes a todos los sistemas de kriging: linealidad, auto relatividad, sin sesgo, optimización; ejemplos de sistemas de kriging; verificación del kriging mediante validación cruzada.
5. *Extensiones del kriging*: kriging bajo tendencias deterministas: kriging con deriva externa, kriging universal; linealidad de kriging y consecuencias para integrales y derivadas de la variable en estudio; tratamiento de fenómenos espacio-temporales.
6. *Extensiones del kriging (continuación)*: kriging dual; kriging de datos inciertos; campo de datos con discontinuidades; kriging de vecindad: tratamiento de datos no gaussianos.
7. *Kriging multivariado (breve introducción)*: covarianza cruzada y variograma cruzado; isotopía y heterotopía; primeros ejemplos de kriging en un contexto multivariante: cokriging; reducción por PCA y kriging de factores independientes.
8. *Tratamiento de datos con soporte no puntual (datos de bloques)*: variograma resultante de procesos independientes acumulados; caso más general: efecto del soporte sobre la variabilidad, variogramas a la escala de bloques; kriging desde puntos a bloque, kriging desde bloques a otros bloques; escala integral.
9. *Simulaciones*: ¿por qué? Técnicas de simulación libre: Choleski, “turning bands”. Adaptación en el caso de características no gaussianas. Técnicas de simulación condicional: Adaptación en caso de simulación condicional de características no gaussianas y/o no puntuales. Simulación de características cualitativas mediante umbrales en campos gaussianos. Acondicionamiento de simulaciones cualitativas.

Los ejemplos de demostraciones y ejercicios prácticos, estarán relacionados con la hidrología: optimización de una red de observación; interpolación de la temperatura; interpolación del caudal interanual; simulación de las precipitaciones; transformación de datos reticulares en datos de subcuencia; simulación conjunta de características correlacionadas.

Se proporcionarán ejemplos con datos y códigos de demostración, con referencias a paquetes de código abierto (especialmente R, también Python) y la bibliografía.



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE QUERÉTARO

F1 FACULTAD  
DE INGENIERÍA



ASOCIACIÓN  
MEXICANA  
DE  
HIDRÁULICA

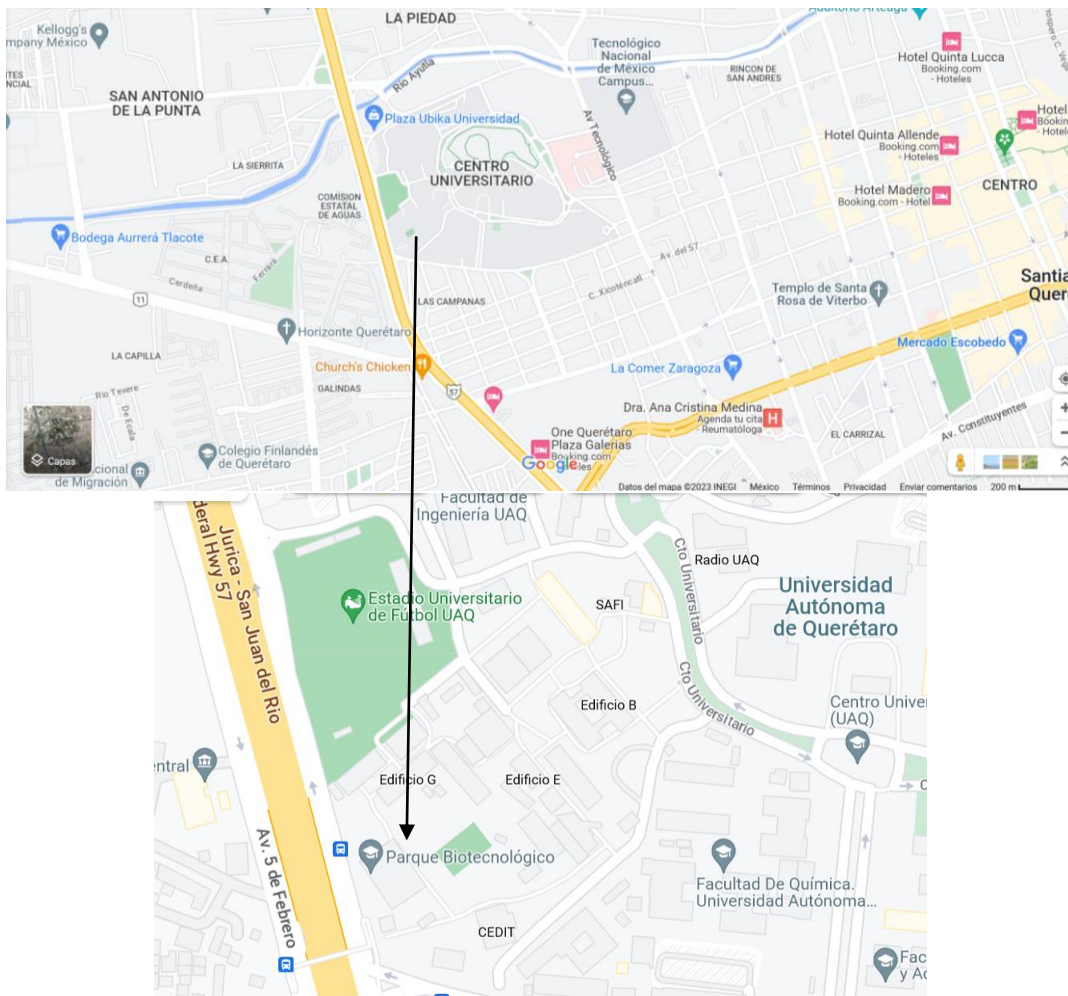
INRAE  
la science pour la vie, l'humain, la terre

REDESC LIM



UAEMéx  
Universidad Autónoma  
del Estado de México

Se podrá dedicar tiempo a examinar cuestiones específicas relacionadas con sus aplicaciones, ya sea durante el curso o en semanas posteriores. Si existe interés adicional sobre los temas, ponerse en contacto con el Dr. Etienne Leblois con antelación ([Etienne.leblois@inrae.fr](mailto:Etienne.leblois@inrae.fr))



Ubicación de Parque Biotecnológico