



UNIVERSIDADE DA CORUÑA *Universidade*deVigo

## PROGRAMA OFICIAL DE POSTGRADO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

### ***DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA MATERIA***

**Código de la materia:** V03M017V01208

**Nombre de la materia:** Estadística Espacial

**Número de créditos ECTS:** 5

**Curso académico:** 2022/2023

**Profesorado:**

Tomás R. Cotos Yáñez (2.5 ECTS)

Pilar García Soidán (2.5 ECTS) - coordinadora

### ***OBJETIVOS DE LA MATERIA***

Esta materia trata de dar a conocer los conceptos y técnicas básicas de la Geoestadística, centrándose particularmente en la estimación del variograma y la predicción mediante las técnicas kriging. Se aborda también la dependencia espacial multivariante y los distintos métodos de predicción cokriging y kriging espacio-temporal. Además, se hace una introducción al análisis de procesos puntuales y datos agregados.

### ***CONTENIDOS DE LA MATERIA***

Tema 1. **Introducción. Elementos notables de Estadística Espacial.** Datos espaciales. Limitaciones del análisis exploratorio. Proceso estocástico espacial. Tipos de estacionariedad. El variograma y la función de covarianza. Descomposición a pequeña y gran escala.

Tema 2. **Análisis estructural: Estimación del variograma.** Estimadores clásicos del variograma: empírico y robustos. Modelos paramétricos válidos. Métodos de ajuste.

Estimadores no paramétricos de tipo núcleo. Variograma indicador. Validación cruzada.

Tema 3. **Métodos de predicción.** Predictores kriging lineales: simple, ordinario y universal. Kriging residual y kriging log-normal. Kriging indicador. Dependencia espacial multivariante. Cokriging.

Tema 4. **Modelos espacio-temporales.** Aproximación espacial multivariante. Dependencia espacio-temporal. Modelos válidos de variograma espacio-temporal. Kriging espacio-temporal.

Tema 5. **Otros contenidos de Estadística Espacial.** Procesos puntuales. Aleatoriedad espacial. Procesos de Poisson homogéneos y no homogéneos. Datos agregados. Vecindario y matriz de pesos. Autocorrelación espacial. Modelos espaciales gaussianos autorregresivos.

## ***BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA***

### **Básica**

Bivand, R.S., Pebesma, E.J., Gómez-Rubio, V. (2008). Applied spatial data analysis with R. Springer Science.

Cressie, N. (1993). Statistics for spatial data. Wiley,

Díaz Viera, M.A. (2002). Geoestadística aplicada. Universidad Nacional de Colombia.

Diggle, P.J. (2003). Statistical analysis of spatial point patterns. Oxford University Press.

Fernández-Casal, R., Cotos-Yáñez, T.R. (2005). Geoestadística: Introducción y ejemplos. Capítulo 7 (páginas 135-152). Sistemas de Información Medioambiental. Netbiblo D.L.

Giraldo Henao, R. (2010). Introducción a la Geoestadística. Universidad Nacional de Colombia.

Montero Lorenzo, J.M., Larraz Iribas, B. (2008) Introducción a la Geoestadística lineal. Netbiblo D.L.

R Development Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Version 3.3.3 (2017-03-06). <https://www.R-project.org/>.

Samper Calvete, F.J., Carrera Ramírez, J. (1996). Geoestadística. Aplicaciones a la hidrología subterránea. CIMNE.

Waller, L.A., Gotway, C.A. (2004). Applied spatial statistics for public health data. Wiley.

### **Complementaria**

Chilès, J.P., Delfiner, P. (1999). Geostatistics. Modeling spatial uncertainty. Wiley.

Christakos, G. (2005). Random field models in earth sciences. Dover Publications, Mineola.

Fernández-Casal, R. (2003). Geoestadística espacio-temporal. Modelos flexibles de variogramas anisotrópicos no separables. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Fischer, M.M., Wang, J. (2011). Spatial data analysis. Models, methods and techniques. Springer.

Gaetan, C., Guyon, X. (2010). Spatial statistics and modeling. Springer, London.

Goovaerts, P. (1997). Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford University Press.

Isaaks, E.H., Srivastava, R.M. (1989) Applied Geostatistics. Oxford University Press.

Journel, A.G., Huijbregts, C.J. (2003). Mining Geostatistics. Blackburn Press, Cadwell.

## **COMPETENCIAS**

### **Competencias básicas y generales:**

B7 - Saber aplicar los conocimientos avanzados adquiridos, integrándolos en la resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

B10 - Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

G1 - Conocer, comprender y saber aplicar los principios, metodologías y nuevas tecnologías en la estadística y la investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnológicos o profesionales especializados y multidisciplinares, así como adquirir las destrezas y competencias descritas en los objetivos generales del título.

G2 - Desarrollar autonomía para identificar, modelar y resolver problemas complejos de la estadística y la investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnológicos o profesionales especializados y multidisciplinares.

### **Competencias transversales:**

T2 - Desarrollar destrezas avanzadas en el manejo de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), tanto para la obtención de información como para la difusión del conocimiento, en un ámbito científico/académico, tecnológico o profesional especializado y multidisciplinar.

T4 - Desarrollar una sólida capacidad de organización y planificación del estudio, asumiendo la responsabilidad de su propio desarrollo profesional, para la realización de trabajos en equipo y de forma autónoma.

### **Competencias específicas:**

E1 - Adquirir conocimientos avanzados sobre metodologías para la obtención y el tratamiento de datos desde distintas fuentes, como encuestas, internet, o entornos "en la nube".

E5 - Profundizar en los conocimientos en los fundamentos teórico-prácticos especializados del modelado y estudio de distintos tipos de relaciones de dependencia entre variables estadísticas.

E6 - Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas matemáticas, orientadas específicamente a la ayuda en la toma de decisiones, y

desarrollar la capacidad de reflexión para evaluar y decidir entre distintas perspectivas en contextos complejos.

### ***METODOLOGÍA DOCENTE***

El desarrollo de esta materia se basará en la docencia presencial, con sesiones expositivas e interactivas, así como en la tutorización del aprendizaje y de las actividades propuestas al alumnado. En las sesiones expositivas se introducirán los contenidos principales y se plantearán tareas para su desarrollo de forma autónoma. En las sesiones interactivas se propondrán actividades prácticas y se resolverán ejemplos de aplicación utilizando el programa R. Como complemento, se proporcionarán apuntes y bibliografía de la materia, así como otro material orientativo del aprendizaje del software.

### ***CRITERIOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN***

Evaluación continua (25%): trata de determinar la capacitación del alumnado para comprender la metodología y técnicas para el análisis de datos espaciales, así como resolver casos prácticos utilizando el programa R. De este modo, la evaluación continua se plantea con objeto de valorar el nivel de adquisición de las competencias B7, G1, G2, T2, E1 y E5. Para ello los/las estudiantes realizarán distintas actividades y ejemplos, tutorizados por los docentes. Asimismo, se les planteará la resolución de ejercicios de un caso práctico relativo a los temas 1 y 2, que cada estudiante deberá realizar de forma individual en una sesión presencial fijada con esta finalidad. La evaluación continua solamente se podrá tener en cuenta para el cálculo de la nota final si se supera, es decir, si se obtiene en ella una valoración de un mínimo de 5 puntos, en una escala de 0 a 10. En caso contrario, se deberá realizar la recuperación correspondiente en el examen final.

Examen escrito (75%): tiene por objeto establecer la capacidad del alumnado para diseñar y ejecutar el procedimiento adecuado para el análisis de un conjunto de datos espaciales, que incluye la planificación de las técnicas apropiadas en cada etapa, su aplicación y la interpretación correcta del significado de los resultados obtenidos.

En la convocatoria ordinaria, el examen escrito constará de dos pruebas, una para la parte teórica y otra para la parte práctica, según se indica a continuación:

- Para la evaluación de la docencia teórica se planteará un examen con preguntas de tipo test y/o respuesta corta, que tendrá un peso del 50% en la nota final. En este examen se valorará el nivel adquirido por el alumnado en el desarrollo de las competencias B10, G1, T4, E5 y E6.
- Para la evaluación de la parte práctica, se realizará un examen con distintos ejercicios que deberán resolverse utilizando el programa R. Se pretende con este examen evaluar el nivel alcanzado por los/las estudiantes en las competencias B7, G1, G2, T2, E1 y E5. El examen de la parte práctica tendrá dos modalidades:
  - a) Para las personas que hayan superado la evaluación continua, el examen tendrá un peso del 25% en la nota final y abarcará los temas 3, 4 y 5.

b) Para las personas que no hayan superado la evaluación continua, el examen tendrá un peso del 50% en la nota final y abarcará toda la materia.

Para superar la materia en la convocatoria ordinaria es necesario alcanzar una nota final de un mínimo de 5 puntos, en una escala de 0 a 10, y conseguir un mínimo de 4 puntos, en una escala de 0 a 10, en cada una de las pruebas del examen final.

En la evaluación de la convocatoria extraordinaria se seguirán los mismos criterios que en la convocatoria ordinaria. De este modo, se mantendrá la nota de la evaluación continua, en el caso de que se hubiese superado. Asimismo, el examen final constará de las mismas pruebas y modalidades que en la convocatoria ordinaria, según se hubiese superado o no la evaluación continua.

### ***TIEMPO DE ESTUDIO Y DE TRABAJO PERSONAL QUE DEBE DEDICAR UN ESTUDIANTE PARA SUPERAR LA MATERIA***

Se estima que el alumno necesitará 125 horas de trabajo personal para superar la materia, distribuidas de la forma siguiente:

- 1) Docencia presencial: 29 horas
- 2) Preparación del material correspondiente a la docencia presencial: 62 horas
- 3) Preparación de los ejercicios de evaluación continua y examen final: 28 horas
- 4) Ejercicios de evaluación continua y examen final: 6 horas

### ***RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIO DE LA MATERIA***

Para superar con éxito la materia es aconsejable la asistencia a las clases, siendo fundamental el seguimiento diario del trabajo realizado en el aula.

### ***RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE***

Bibliografía, apuntes y ordenador. El material se pondrá a disposición del alumnado en la base de datos del Máster.

### ***OBSERVACIONES***

Esta materia está dirigida a alumnado que tenga conocimientos básicos de Inferencia Estadística y del lenguaje de programación R.

El desarrollo de los contenidos de la materia se realizará teniendo en cuenta que las competencias a adquirir por el alumnado deben cumplir con el nivel MECES3. Los contenidos que se incluyen en esta materia, orientada principalmente al análisis de procesos geoestadísticos pero considerando también otro tipo de modelos, se aplicarán al estudio de situaciones prácticas concretas en distintos ámbitos. Se incidirá en el conocimiento de sus similitudes y diferencias con otras técnicas de modelado de datos dependientes.

Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas, será de aplicación lo recogido en las respectivas normativas de las universidades participantes en el Máster en Técnicas Estadísticas.

Esta guía y los criterios y metodologías en ella descritos están sujetos a las modificaciones que se deriven de normativas y directrices de las universidades participantes en el Máster en Técnicas Estadísticas.