



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Estadística espacial

Asignatura	Estadística espacial			
Código	V03M184V01204			
Titulación	Máster Universitario en Técnicas Estadísticas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Estadística e investigación operativa			
Coordinador/a	García Soidan, María del Pilar Hortensia			
Profesorado	Cotos Yáñez, Tomas Raimundo García Soidan, María del Pilar Hortensia			
Correo-e	pgarcia@uvigo.es			
Web	<a href="http://pgarcia.webs.uvigo.es">http://pgarcia.webs.uvigo.es</a>			
Descripción general	En 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.			

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado.
A2	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.
A3	Adquirir conocimientos que permitan enfrentarse, de forma autónoma a la formulación de juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
A4	Saber comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B1	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.
B2	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.
B3	Desarrollar la capacidad para realizar estudios y tareas de investigación y transmitir los resultados a públicos especializados, académicos y generalistas.
B4	Integrar conocimientos avanzados y enfrentarse a la toma de decisiones a partir de información científica y técnica.
B5	Desarrollar la capacidad de aplicación de algoritmos y técnicas de resolución de problemas complejos en el ámbito de la estadística y la investigación operativa, manejando el software especializado adecuado.
C1	Conocer, identificar, modelar, estudiar y resolver problemas complejos de estadística e investigación operativa, en un contexto científico, tecnológico o profesional, surgidos en aplicaciones reales.
C2	Desarrollar autonomía para la resolución práctica de problemas complejos surgidos en aplicaciones reales y para la interpretación de los resultados de cara a la ayuda en la toma de decisiones.
C3	Adquirir conocimientos avanzados de los fundamentos teóricos subyacentes a las distintas metodologías de la estadística y la investigación operativa, que permitan su desarrollo profesional especializado.
C4	Adquirir las destrezas necesarias en el manejo teórico-práctico de la teoría de la probabilidad y las variables aleatorias que permitan su desarrollo profesional en el ámbito científico/académico, tecnológico o profesional especializado y multidisciplinar.

C5	Profundizar en los conocimientos en los fundamentos teórico-prácticos especializados del modelado y estudio de distintos tipos de relaciones de dependencia entre variables estadísticas.
C6	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.
C8	Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de las técnicas destinadas a la realización de inferencias y contrastes relativos a variables y parámetros de un modelo estadístico, y saber aplicarlos con autonomía suficiente un contexto científico, tecnológico o profesional.
C9	Conocer y saber aplicar con autonomía en contextos científicos, tecnológicos o profesionales, técnicas de aprendizaje automático y técnicas de análisis de datos de alta dimensión (big data).
C10	Adquirir conocimientos avanzados sobre metodologías para la obtención y el tratamiento de datos desde distintas fuentes, como encuestas, internet, o entornos "en la nube".
D1	Desarrollar firmes capacidades de razonamiento, análisis crítico y autocrítico, así como de argumentación y de síntesis, en contextos especializados y multidisciplinares.
D2	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.
D3	Ser capaz de resolver problemas complejos en entornos nuevos mediante la aplicación integrada de los conocimientos.
D4	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.
D5	Desarrollar capacidades para el aprendizaje y la integración en el trabajo en equipos multidisciplinares, en los ámbitos científico/académico, tecnológico y profesional.

### Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Capacidad de valoración de la viabilidad de noticias técnicas de análisis de datos espaciales	A3 A5 B1 C4 C5 C8 D5
Capacidad de realización de una investigación para lo modelado de datos espaciales, con la planificación y diseño de los procedimientos idóneos	A1 A2 B2 C1 C6 D1 D4
Capacidad de interpretación correcta de los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología para datos espaciales	A4 B3 B4 C3 C9 D1 D4
Capacidad de manejo de software informático para la aplicación de las técnicas y metodología para datos espaciales	A2 B5 C2 C10 D2 D3

### Contenidos

Tema	
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.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	17.5	19	36.5
Prácticas con apoyo de las TIC	16	12	28
Resolución de problemas de forma autónoma	0	5	5
Resolución de problemas	1.5	13	14.5
Estudio de casos	15	0	15
Examen de preguntas de desarrollo	0	13	13
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	13	13

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos teóricos de la materia objeto de estudio en las clases expositivas.
Prácticas con apoyo de las TIC	Resolución de ejercicios en las clases interactivas, utilizando el programa R y con tutorización docente.
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de ejercicios que el alumnado debe desarrollar de forma autónoma, como complemento a las clases expositivas.
Resolución de problemas	Resolución de ejercicios que el alumnado debe desarrollar en las clases interactivas, utilizando el programa R.
Estudio de casos	Estudio de ejemplos de aplicación de los contenidos de la materia, como complemento a las clases expositivas e interactivas.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Resolución de dudas del alumnado sobre los contenidos impartidos en las clases expositivas. Cada estudiante deberá solicitar la atención personalizada mediante tutoría de la forma que se indica en el apartado de evaluación.
Prácticas con apoyo de las TIC	Resolución de dudas del alumnado sobre los contenidos impartidos en las clases interactivas. Cada estudiante deberá solicitar la atención personalizada mediante tutoría de la forma que se indica en el apartado de evaluación.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Resolución de problemas de forma autónoma	Ejercicios y actividades en los que el/la alumno/a mostrará su nivel de comprensión de los contenidos trabajados en las clases expositivas. Deberán realizarse y entregarse en el plazo que se establezca dentro del período de docencia presencial.	10	A1 B1 C2 D1 A3 C4 A5 C6 C9
Resolución de problemas	Prueba con ejercicios prácticos sobre análisis descriptivo y modelado de la dependencia en el contexto espacial, que el/la alumno/a deberá resolver utilizando el programa R y que mostrarán la capacidad desarrollada por el/la estudiante en las clases interactivas para afrontar este tipo de problemas. Esta prueba se realizará en una sesión de clase interactiva.	25	A2 B2 C1 D2 B4 C5 D5 C10
Examen de preguntas de desarrollo	Examen del contenido impartido en las clases expositivas, que permitirá establecer el dominio conseguido por el/la alumno/a de los conceptos y técnicas estudiadas. Este examen se realizará en la fecha que se establezca en el calendario oficial de exámenes.	40	A4 B1 C3 D4 C5 C6

Resolución de problemas y/o ejercicios	Prueba de resolución de problemas y ejercicios prácticos sobre predicción espacial, análisis espacio-temporal procesos puntuales y agregados, que el/la alumno/a deberá resolver utilizando el programa R y que mostrarán la capacidad desarrollada por el/la estudiante en las clases interactivas para afrontar este tipo de problemas. Esta prueba se realizará en la fecha que se establezca en el calendario oficial de exámenes.	25	A2	B2	C1	D2
				B3	C8	D3
				B5		D5

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para solicitar atención personalizada mediante tutoría, el/la estudiante deberá enviar un mensaje por correo electrónico a el/la docente, con el asunto "Tutoría". El/La docente le indicará la fecha y hora asignadas a la tutoría solicitada también mediante un mensaje por correo electrónico.

En la plataforma web del máster se facilitará información sobre las tutorías, los exámenes/pruebas de evaluación y el contenido de esta materia. Es responsabilidad de cada estudiante acceder a la referida información, así como recopilar toda aquella información específica y complementaria que sea precisa para superar la materia.

#### A) Primera oportunidad:

El alumnado podrá elegir ser evaluado mediante el sistema de evaluación continua o alternativamente optar por el sistema de evaluación global. La evaluación por defecto es la evaluación continua. El alumnado podrá elegir la evaluación global según el procedimiento y el plazo establecidos por el centro. La elección de evaluación global supone la renuncia al derecho de seguir evaluándose mediante las actividades de evaluación continua que resten y a la calificación obtenida hasta ese momento en cualquiera de las pruebas que ya se hubieran realizado.

A.1) Evaluación continua (100%): En caso de no renunciar a la evaluación continua, el/la alumno/a deberá realizar las actividades y pruebas que se indican a continuación:

- Resolución de problemas de forma autónoma (10%): ejercicios y actividades sobre el contenido impartido en las clases expositivas, que deberán realizarse de forma autónoma y entregarse en el plazo que se establezca dentro del período de docencia presencial.
- Resolución de problemas (25%): prueba con ejercicios prácticos sobre análisis descriptivo y modelado de la dependencia en el contexto espacial, que el/la alumno/a deberá resolver utilizando el programa R y tendrá lugar en una sesión de clase interactiva. Si el/la alumno/a no obtiene una valoración en esta prueba de un mínimo de 5 puntos sobre 10, deberá realizar la recuperación de esta prueba en la fecha que se establezca en el calendario oficial de exámenes de esta convocatoria.
- Examen de preguntas de desarrollo (40%): prueba con cuestiones sobre el contenido impartido en las clases expositivas y que se realizará en la fecha que se establezca en el calendario oficial de exámenes de esta convocatoria.
- Resolución de problemas y/o ejercicios (25%): prueba con ejercicios prácticos sobre predicción espacial, análisis espacio-temporal procesos puntuales y agregados, que el/la alumno/a deberá resolver utilizando el programa R y tendrá lugar en la fecha que se establezca en el calendario oficial de exámenes de esta convocatoria.

Se considerará que un/a estudiante se ha presentado a la evaluación continua cuando se haya presentado a alguna de las pruebas/actividades de evaluación de esta modalidad indicadas anteriormente.

A.2) Evaluación global (100%): El/La alumno/a deberá realizar las pruebas que se indican a continuación:

- Examen de preguntas de desarrollo (50%): prueba con cuestiones sobre el contenido impartido en las clases expositivas y que se realizará en la fecha que se establezca en el calendario oficial de exámenes de esta convocatoria.
- Resolución de problemas (25%): prueba con ejercicios prácticos sobre análisis descriptivo y modelado de la dependencia en el contexto espacial, que el/la alumno/a deberá resolver utilizando el programa R y tendrá lugar en una sesión de clase interactiva. Si el/la alumno/a no obtiene una valoración en esta prueba de un mínimo de 5 puntos sobre 10, deberá realizar la recuperación de esta prueba en la fecha que se establezca en el calendario oficial de exámenes de esta convocatoria.
- Resolución de problemas y/o ejercicios (25%): prueba con ejercicios prácticos sobre predicción espacial, análisis espacio-temporal procesos puntuales y agregados, que el/la alumno/a deberá resolver utilizando el programa R y tendrá lugar en la fecha que se establezca en el calendario oficial de exámenes de esta convocatoria.

B) Segunda oportunidad y fin de carrera: Se seguirán los mismos criterios que en la evaluación global de la primera oportunidad.

C) Observaciones sobre la evaluación:

- El/La estudiante que no participe en la evaluación continua ni en la evaluación global, figurará en las actas como "no

presentado".

- Se recomienda al alumnado tener en cuenta el Título VII (Del uso de medios ilícitos), del Reglamento sobre la Evaluación, la calificación y la calidad de la docencia y del proceso de aprendizaje del estudiantado (<https://secretaria.uvigo.gal/uv/web/normativa/public/normativa/documento/downloadbyhash/4904ced4d24eb81fe5715ddde2c48c59c0a7c4d624cd0y7491df7a753985ccfa> )

- Las fechas y horas de las pruebas de evaluación global (de primera y segunda oportunidad) son las especificadas en el calendario oficial de exámenes aprobado por la Junta de Facultad para el curso 2023/24. En caso de conflicto o disparidad entre las fechas de exámenes, prevalecerán las publicadas en la web de la facultad, <http://fccee.uvigo.es/organizacion-docente.html>

---

## Fuentes de información

### Bibliografía Básica

Bivand R.S., Pebesma E.J., Gómez-Rubio V., **Applied Spatial Data Analysis with R**, Springer Science, 2008

Cressie N., **Statistics for spatial data**, Wiley, New York, 1993

Díaz Viera M.A., **Geoestadística aplicada**, Universidad Nacional de Colombia, 2010

Diggle P.J., **Statistical analysis of spatial point patterns**, Oxford University Press, New York, 2003

Fernández-Casal R., Cotos-Yáñez T.R., **Geoestadística: Introducción y ejemplos. Capítulo 7 (páginas 135-152).**

**Sistemas de Información Medioambiental**, Netbiblo D.L., 2005

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

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

R Core Team, **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.** <https://www.r-project.org/>, 2021

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

Waller L.A., Gotway C.A., **Applied spatial statistics for public health data**, Wiley, New Jersey, 2004

### Bibliografía Complementaria

Chilès J.P., Delfiner P., **Geostatistics. Modeling spatial uncertainty**, Wiley, New York, 1999

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

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

Fischer M.M., Wang J., **Spatial Data Analysis. Models, methods and techniques**, Springer, London, 2011

Gaetan C., Guyon X., **Spatial Statistics and Modeling**, Springer, London, 2010

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

Isaaks E.H., Srivastava R.M., **Applied Geostatistics**, Oxford University Press, New York, 1989

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

---

## Recomendaciones

### Otros comentarios

Esta materia está dirigida a alumnos/las que dispongan de conocimientos básicos de inferencia estadística y del lenguaje de programación R.