

SEGUIMIENTO Y MODELIZACIÓN DE PROCESOS DINÁMICOS

**Máster en Tecnologías de la
información geográfica
Universidad de Alcalá**

**Curso Académico 2025
/2026**

Curso 1º Cuatrimestre 2º

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Seguimiento y modelización de procesos dinámicos
Código:	202173
Titulación en la que se imparte:	Máster en TIG
Departamento y Área de Conocimiento:	Geología, Geografía y Medio Ambiente. Geografía Humana y Análisis Geográfico Regional
Carácter:	Optativo
Créditos ECTS:	4
Curso y cuatrimestre:	1º Curso, 2º Cuatrimestre
Profesorado:	Francisco Aguilera Benavente Javier Salas Rey
Horario de Tutoría:	A determinar en función de los horarios
Idioma en el que se imparte:	Español

1.a PRESENTACIÓN

El presente curso tiene como misión familiarizar al alumno con el análisis de detección de cambios y dinámicas territoriales mediante teledetección, así como instruirlo en la evaluación y simulación prospectiva de dichas dinámicas mediante SIG.

Para ello, el curso parte con el abordaje de las técnicas de análisis temporal más usuales, así como los procesos de verificación de los procesos de detección de cambios mediante teledetección.

Seguidamente, se explican los métodos matemáticos más convenientes para el análisis de cambios. Se introduce el uso de herramientas para analizar los patrones de cambio en el paisaje introducidos por las dinámicas territoriales como los cambios de usos del suelo.

Finalmente, se aborda el proceso de simulación prospectiva de dinámicas territoriales (crecimiento urbano, cambio de usos del suelo) mediante el diseño de escenarios futuros y su simulación espacial.

1.b PRESENTATION (en inglés)

This course aims to familiarize the student with the analysis of change detection and land use/land cover change dynamics through remote sensing, as well as instruct them in the evaluation and prospective simulation of such dynamics through GIS.

The course begins focusing on the most common temporal analysis techniques, as well as the processes for verifying change detection processes through remote sensing.

Next, methods for land use change analysis are explained, as well as tools to analyze landscape change caused by land use/land cover change.

Finally, prospective simulation of territorial dynamics (urban growth, land use change) is addressed through the design of future scenarios and their spatial simulation.

2. COMPETENCIAS y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Competencias básicas y generales:

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular 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.

- Competencias específicas:

CE7 - Aplicar las principales técnicas de análisis de imágenes para extraer la información temática de interés en el análisis y la gestión del territorio.

CE8 - Utilizar los métodos de validación de resultados en Teledetección

CE9 - Resolver problemas espaciales nuevos o poco conocidos mediante el uso de la Teledetección.

CE13 - Utilizar las funciones de entrada y transformación de datos en un SIG para crear las distintas capas temáticas relevantes en la resolución de un problema territorial

CE14 - Aplicar los principios del análisis y razonamiento espacial necesarios para la resolución de problemas de índole territorial

CE24 - Evaluar los datos, procedimientos y resultados de un proyecto TIG, demostrando su capacidad de razonamiento crítico, su iniciativa y capacidad de aprendizaje autónomo

Resultados del aprendizaje:

Conocer los condicionantes ambientales y de los sistemas sensores para la realización de análisis multitemporales mediante teledetección.

Aplicar las técnicas de corrección de imágenes.

Conocer, valorar y emplear adecuadamente los métodos de detección de cambios mediante el uso de imágenes de satélite.

Comprender los diferentes modos de pensamiento futuro y los tipos de escenarios asociados a cada uno de ellos.

Saber aplicar metodologías participativas para generar visiones de los distintos modos de pensamiento futuro.

Conocer y emplear modelos de simulación para realizar ejercicios de prospectiva relacionados con dinámicas de cambio de usos del suelo.

Valorar de forma crítica el uso de los modelos de simulación en los ejercicios de prospectiva.

Conocer y aplicar herramientas de la ecología del paisaje para monitorizar cambios en los patrones espaciales del paisaje generados por los cambios en los usos del suelo.

Analizar, sintetizar y razonar sobre el uso de las técnicas de detección de cambios en diversos problemas territoriales.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
Tema 1. Análisis de dinámicas territoriales: Uso de la teledetección 1.1 El factor tiempo en teledetección 1.2 Requisitos previos en el análisis temporal Corrección geométrica Corrección radiométrica	4 horas
Tema 2. Técnicas de análisis temporal en teledetección 2.1. Técnicas de análisis estacional: series temporales de imágenes 2.2. Técnicas de detección de cambios	8 horas
Tema 3. Evaluación de dinámicas territoriales 3.1. Análisis de cambios de usos del suelo. Aplicaciones con R Studio. 3.2. Identificación de cambios significativos. Transiciones significativas e Intensity Analysis 3.3. Cambios en la configuración del paisaje. Métricas espaciales. Aplicaciones con R Studio.	8 horas
Tema 4. Modelización y Simulación de dinámicas territoriales. 4.1. Prospectiva y pensamiento futuro. Escenarios y planificación. 4.2. Modelos de simulación. Modelos estacionarios frente a modelos dinámicos 4.3. Modelos de simulación de cambios de usos del suelo. Cuantificación del cambio y localización del cambio 4.4. Simulación de cambios de usos del suelo: Modelos estacionarios (regresión logística y EMC) Modelos dinámicos (Automatas Celulares)	12 horas

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE- ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Actividades formativas	Horas
Presencialidad o interactividad síncrona (clases teóricas y clases prácticas y evaluación formativa)	32 horas
Presencialidad asíncrona guiada por el profesorado (solo modalidad online): foros, resolución de casos, evaluación formativa, etc)	
Trabajo autónomo del estudiante:	68 horas
Total horas	100

4.2. Metodologías, materiales y recursos didácticos

Metodologías	Materiales y recursos didácticos
Clases presenciales (teóricas y prácticas)	Presentación de conceptos básicos Manejo de software específico (Terrset, RStudio, Envi, etc) y elaboración discusión de ejercicios prácticos; presentación de informes.
Realización de trabajos individuales o en grupos reducidos	Tutorías individuales o grupales para resolver problemas concretos. Autoevaluación y/o coevaluación.
Lecturas y estudio	Búsqueda y lectura crítica de artículos científicos y técnicos. Consulta de manuales y de materiales de aprendizaje interactivo en la web.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación

Evaluación continua:

Todo el proceso de evaluación estará inspirado en la evaluación continua del estudiante, de tal forma que se garantice la adquisición tanto de los contenidos como de las competencias de la asignatura. La evaluación se adecua a lo establecido en la normativa de evaluación de los aprendizajes de la UAH¹

- **Convocatoria ordinaria**

En la convocatoria ordinaria se recopilarán las siguientes evidencias.

- 1) Informe sobre clasificación multitemporal de imágenes de satélite. Supondrá el 37 % de la calificación.
- 2) Informe sobre análisis de cambios de uso/cobertura de suelo y simulación de escenarios futuros. Supondrá el 40 % de la calificación.
- 3) Exposición oral del proyecto de simulación de cambios de uso y cobertura de suelo. Supondrá el 23 % de la calificación.

- **Convocatoria extraordinaria**

Para la evaluación en esta convocatoria se recopilarán las siguientes evidencias.

- 1) La primera de ellas consistirá en un examen con preguntas de desarrollo, sobre los contenidos del programa. Supondrá el 40% de la calificación.
- 2) Se entregarán dos informes: el primero de ellos sobre clasificación multitemporal de imágenes, y el segundo sobre simulación y cambio de usos/cobertura de suelo. El primer informe supondrá el 25% de la calificación, y el segundo el 35 %.

Evaluación final:

El estudiantado podrá acogerse a la evaluación final, sin perjuicio de que sus causas tengan que ser valoradas en cada caso concreto, la realización de prácticas presenciales, las obligaciones laborales, las obligaciones familiares, los motivos de salud y la discapacidad. El hecho de seguir los estudios a tiempo parcial no otorga por sí mismo el derecho a optar por la evaluación final.

Los estudiantes de Máster Universitario, para acogerse a la evaluación final, tendrán que solicitarlo por escrito al director del Máster en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, explicando las razones que le impiden seguir el sistema de evaluación continua. En el caso de aquellos estudiantes que por razones justificadas no tengan formalizada su matrícula en la fecha de inicio del curso o del periodo de impartición de la asignatura, el plazo indicado comenzará a computar desde su incorporación a la titulación. El director de Máster deberá valorar las circunstancias alegadas por el estudiante y tomar una decisión motivada.

¹ Normativa de evaluación de los aprendizajes de la UAH (30 septiembre de 2021).

<https://www.uah.es/export/sites/uah/es/conoce-la-uah/organizacion-y-gobierno/.galleries/Galeria-Secretaria-General/Normativa-Evaluacion-Aprendizajes.pdf>

Transcurridos 15 días hábiles sin que el estudiante haya recibido respuesta expresa por escrito a su solicitud, se entenderá que ha sido estimada.

En esta modalidad se realizará un examen con preguntas de desarrollo, sobre los contenidos del programa teórico, y supuestos prácticos para evaluar los contenidos prácticos de la asignatura. El examen supondrá el 50% de la calificación y los supuestos prácticos el otro 50%.

Excepcionalmente, si las características de la asignatura aconsejan que no haya modalidad de evaluación final, habrá que indicarlo expresamente y explicar el motivo.

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación han de seguirse las pautas marcadas en el Reglamento por el que se establecen las Normas de Convivencia de la Universidad de Alcalá, así como las posibles implicaciones de las irregularidades cometidas durante dichas pruebas, incluyendo las consecuencias por cometer fraude académico según el Reglamento de Régimen Disciplinario del Estudiantado de la Universidad de Alcalá.

La metodología de enseñanza-aprendizaje y el proceso de evaluación se ajustarán cuando sea necesario, con las orientaciones de la Unidad de Atención a la Diversidad, para aplicar adaptaciones curriculares a los estudiantes con necesidades específicas.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bloques I y II

Almutairi, A. y Warner, T.A. (2010): Change detection accuracy and image properties: a study using simulated data, *Remote Sensing*, 2, pp.1508-1529.

Bruzzone, L. y Smits, P. Eds. (2001). Analysis of multi-temporal remote sensing images. Singapore, World Scientific.

Chen, G., Hay, G., Carvalho, L.M.T., Wulders, M.A. (2012). Object-based change detection, *International Journal of Remote Sensing*, 33 (14): 4434–4457.

Chuvieco, E. (2010). Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio, Barcelona, Ariel.

Eastman, J.R., McKendry, J. y Fulk, M. (1995). Explorations in GIS technology, vol. 1: Change and time series analysis. Geneve, United Nations Institute for Training and Research.

Hoobs, R.J., y Mooney, H.A. Eds. (1990). Remote Sensing of Biosphere Functioning. New York, Springer Verlag.

Hussain, M., Chen, D., Cheng, A., Wei, H. y Stanley, D. (2013): Change detection from remotely sensed images: From pixel-based to object-based approaches, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 80: 91-106.

Jensen, J. R. (2005). Introductory digital image processing. A remote sensing perspective, 3ª edición, Upper Saddle River N.J., Prentice-Hall.

Kennedy, R.E., Townsend, P.A., Gross, J.E., Cohen, W.B, Bolstad, P., Wang, Y.Q. y Adams, P. (2009). Remote sensing change detection tools for natural resource managers: understanding concepts and tradeoffs in the design of landscape monitoring projects, *Remote Sensing of Environment*, 113, pp. 1382-1396.

Khorram, S. Ed. (1999). Accuracy assessment of remote sensing-derived change detection. Bethesda, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS).

Kuenzer, C., Dech, S. y Wagner, W. Eds. (2015): Remote Sensing Time Series. Revealing Land Surface Dynamics, Springer, 441 pp.

Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E. (2004). Change detection techniques, *Int. J. Remote Sensing*, 25 (12): 2365–2407.

Lunetta, R.S. y Elvidge, C.D. Eds. (1998). Remote sensing change detection. Environmental monitoring methods and applications. Chelsea, Ann Arbor Press.

Mas, J.F. (1999). Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques, *International Journal of Remote Sensing*, 20 (1), pp. 139-152.

Rogan, J. y Chen, D. (2004): Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change, *Progress in Planning*, 61, pp. 301-325.

Saltelli, A.; Chan, K. y Scott, E.M. (2000). Sensitivity Analysis. Chichester, John Wiley & Sons, LTD.

Saltelli, A., (2008). Global sensitivity analysis : the primer. John Wiley, Chichester, England; Hoboken, NJ.

Singh, A. (1989). Digital change detection techniques using remotely-sensed data, *International Journal of Remote Sensing*, 10 (6), pp. 989-1003.

Star, J.L., Estes, J.E. y McGwire, K.C. (1997). Integration of geographic information systems and remote sensing. Cambridge, Cambridge University Press.

Tewkesbury, A.P., Comber, A.J., Tate, N.J., Lamb, A., Fisher, P.F. (2015). A critical synthesis of remotely sensed optical image change detection techniques, *Remote Sensing of Environment*, 160: (2015) 1–14.

Thill, J.C. (1999). Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis. A geographic information sciences approach. Aldershot, Ashgate.

Verbesselt, J., Hyndman R., Newnham G., Culvenor, D. (2010). Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series, *Remote Sensing of Environment*, 114: 106–115.

Volker, W. (2004). Object-based classification of remote sensing data for change detection, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 58: 225– 238.

Warner, T.A., Almutairi, A., Lee, J.Y. (2009). Remote sensing and land cover change. En *SAGE Handbook of Remote Sensing*; Wagner, T.A., Nellis, M.D., Foody, G.M., Eds.; SAGE: London, Chapter 33, pp. 459-472.

Wang, F., Xu, J. (2010). Comparison of remote sensing change detection techniques for assessing hurricane damage to forests, *Environ Monit Assess*, 162: 311–326.

Willis, K.S. (2015). Remote Sensing change detection for ecological monitoring in United States protected areas. *Biological Conservation*, 182: 233-242.

Bloques III y IV

MANUALES

Botequilha Leitao, A., Miller, J. Ahern, J. y McGarigal, K. (2006). *Measuring Landscapes: A planner's handbook*. Island Press.

Gómez Delgado, M. y Barredo, J. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. Paracuellos de Jarama, Editorial Ra-Ma.

Lovelace, R., Nowosad, J y Muenchow, J (2021). *Geocomputation with R*. Boca Ratón, Chapman & Hall/CRR.

Más, J.F (2018). *Análisis Espacial Con R. Usa R como un Sistema de Información Geográfica*. European Scientific Institute.

Moraga, P. (2023). *Spatial Statistics for Data Science: Theory and Practice with R*. Boca Ratón, Chapman & Hall/CRC Data Science Series.

Royé, D. y Serrano Notivoli, R. (2019). *Introducción a los SIG con R*. Zaragoza, Prensas de la Universidad de Zaragoza.

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Aldwaik, S. and Pontius, R. (2012) Intensity Analysis to Unify Measurements of Size and Stationarity of Land Changes by Interval, Category, and Transition. *Landscape and Urban Planning*, 106, 103-114.

Aguilera, F., Valenzuela, L. M., y Botequilha-Leitão, A. (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 99(3), pp.226-238.

Aguilera, F., Botequilha-Leitao, A. and Díaz-Varela, E. (2014). Detecting multi-scale urban growth patterns and processes in the Algarve region (Southern Portugal). *Applied Geography*, 53, pp 234-245.

Barreira-González, P., Aguilera-Benavente, F. and Gómez-Delgado, M. (2019). Implementation and calibration of a new irregular cellular automata-based model for local urban growth simulation: The MUGICA model. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City*, 46 (2), pp 243-263

Brail, R.K. and Klosterman, R.E. (2001). *Planning support systems. Integrating geographic information systems, models and visualization*. Redlands, CA, ESRI Press.

Borjerson, L., Hojer, M., Dreborg, K.H., Ekvall, T., Finnveden, G., (2006). Scenario types and techniques: towards a user's guide, *Futures*, 38, pp.723–739.

Coppin, P., Jonckheere, I, Nackaerts, K., Muys, B. y Lambin, E (2004): Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review, *International Journal of Remote Sensing*, 25 (9), pp.1565-1596.

- Díaz-Varela, E., Álvarez-López, C. y Marey-Pérez, M.P. (2009). Multiscale delineation of landscape planning units based on spatial variation of land-use patterns in Galicia, NW Spain, *Landscape Ecological Engineering*, 5, pp.1-10
- Dietzel, C., Herold, M., Hemphill, J.J and Clarke, K.C (2005). Spatio-temporal dynamics in California's Central Valley: Empirical links to urban theory. *International Journal of Geographical Information Science*, 19 (2), pp 175–195
- Gómez Delgado, M. y Rodríguez Espinosa, V.M., Eds, (2012). Análisis de la dinámica urbana y simulación de escenarios de desarrollo futuro con Tecnologías de la Información Geográfica, Paracuellos de Jarama, Editorial Ra-Ma.
- Plata Rocha, W., Gómez Delgado, M. y Bosque Sendra, J (2010). Desarrollo de modelos de crecimiento urbano óptimo para la Comunidad de Madrid aplicando metodos de evaluacion multicriterio y Sistemas de Informacion Geográfica. *GeoFocus*, 10, pp. 103-134
- Pontius, R.G., Shusas, E. y McEachern, M. (2004). Detecting important *categorical land changes while accounting for persistence*, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101, pp. 251-268.
- Pontius, R.G. y Santacruz, A. (2014). Quantity, exchange, and shift components of difference in a square contingency table. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 35, No. 21, 7543–7554
- Quan, B., Pontius. R.G. & Song, H. (2020) Intensity Analysis to communicate land change during three time intervals in two regions of Quanzhou City, China. *GIScience & Remote Sensing*, 57:1, 21-36
- Rozas-Vásquez, D., Peña-Cortés, F., Geneletti, D. and Rebolledo, G. (2014). Scenario modelling to support strategic environmental assessment: application to spatial planning of coastal wetlands in la Araucanía region, Chile. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 16 (2), pp 1-25.
- Soria-Lara, J.A and Banister, D. (2017). Participatory visioning in transport backcasting studies: Methodological lessons from Andalusia (Spain). *Journal of Transport Geography*, 58, pp 113-126
- Vaz, E. d. N., Nijkamp, P., Painho, M. and Caetano, M. (2012). A multi-scenario forecast of urban change: A study on urban growth in the Algarve. *Landscape and Urban Planning*, 104, pp 201–211