

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2026/2027

Identificación y características de la asignatura					
Código	402259				
Denominación (español)	Teledetección Activa Avanzada: LIDAR, SAR y Fusión de Datos				
Denominación (inglés)	Advanced active remote sensing: LIDAR, SAR, and Data Fusion				
Titulaciones	Máster en Tecnologías de la Información Geográfica: SIG y Teledetección				
Centro	Facultad de Filosofía y Letras				
Módulo	Formación Básica				
Materia					
Carácter	Obligatoria	ECTS	6	Semestre	2
Profesorado					
Nombre		Despacho		Correo-e	
Elia Quirós Rosado		32 (EPCC)		equiros@unex.es	
Álvaro Gómez Gutiérrez		115 (FYL)		alvgo@unex.es	
Área de conocimiento	Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría Geografía Física				
Departamento	Expresión Gráfica Arte y Ciencias del Territorio				
Profesora coordinadora	Álvaro Gómez Gutiérrez				
Resultados de aprendizaje					
1. CONOCIMIENTOS O CONTENIDOS					
C10 - Describir los principios de funcionamiento y las características clave de los diferentes tipos de sensores remotos utilizados en TIG, clasificándolos según la parte del espectro electromagnético que utilizan y su modo de operación.					
C11 - Explicar los principios físicos y técnicos detallados detrás de la adquisición de datos con LIDAR (pulsos láser, tiempo de vuelo, generación de nubes de puntos) y SAR (emisión y recepción de microondas, retrodispersión, coherencia, polarización), y describir y analizar sus aplicaciones avanzadas y específicas para la generación de modelos 3D de alta precisión, la monitorización de deformaciones, el análisis de estructuras y la obtención de información en condiciones meteorológicas adversas.					
2. COMPETENCIAS					
COM01 - Analizar de forma rigurosa y crítica la distribución y los patrones espaciales de fenómenos geográficos (ej. concentración, dispersión, autocorrelación espacial, clústeres) utilizando métodos estadísticos espaciales inferenciales y técnicas de análisis de patrones avanzados (ej. análisis de puntos calientes/fríos, análisis de clústeres basados en localización y atributos), interpretando los resultados en su contexto geográfico y evaluando su significancia estadística.					
COM11 - Integrar de forma sinérgica y coherente datos y productos derivados de la teledetección con datos de SIG (vectoriales, tabulares, bases de datos) utilizando herramientas					

y flujos de trabajo avanzados, potenciando así las capacidades de análisis espacial y modelización de fenómenos complejos que no serían posibles con una sola fuente de datos.
COM12 - Analizar series temporales de imágenes de satélite (ej. Sentinel, Landsat, MODIS) para detectar, cuantificar y monitorizar cambios en la superficie terrestre a lo largo del tiempo, aplicando técnicas de pre-procesamiento adecuadas (calibración, corrección atmosférica, registro) y métodos de análisis de series temporales espaciales.

COM13 - Extraer información biofísica cuantitativa de imágenes de teledetección mediante la aplicación de modelos o el uso de técnicas de Machine Learning para estimar parámetros como el Índice de Área Foliar (IAF), la biomasa, el contenido de agua en la vegetación, la temperatura de la superficie terrestre o la rugosidad del terreno, validando los resultados obtenidos.

COM14 - Procesar datos complejos de sensores activos como LIDAR (nubes de puntos) y SAR (imágenes radar, datos polarimétricos e interferométricos) utilizando software y flujos de trabajo especializados, aplicando técnicas avanzadas de filtrado, clasificación, generación de modelos 3D, extracción de características, análisis polarimétrico o interferometría para generar productos de información geoespacial de alta precisión y para aplicaciones.

COM15 - Analizar y extraer información significativa de estructuras de datos geográficos tridimensionales utilizando software TIG 3D y aplicando técnicas de análisis espacial 3D (ej. análisis de visibilidad, cálculo de volúmenes, consultas espaciales 3D complejas, detección y caracterización de objetos 3D, análisis de la estructura vertical) para comprender y modelar fenómenos en tres dimensiones.

3. HABILIDADES O DESTREZAS

HB01 - Demostrar habilidad práctica en la aplicación de herramientas de análisis espacial de software TIG y en la combinación experta con herramientas de diseño cartográfico para generar mapas temáticos de alta calidad y visualmente efectivos que comuniquen los resultados de análisis espaciales complejos.

HB08 - Diseñar e implementar flujos de procesamiento de imágenes satelitales, aplicando procedimientos de preprocesamiento (corrección radiométrica, atmosférica, geométrica) e interpretando su impacto en el análisis posterior. Evaluar críticamente distintas plataformas de observación de la Tierra (Sentinel, Landsat, MODIS, etc.) y seleccionar datos adecuados para el problema planteado, optimizando su procesamiento en función de los objetivos científicos o aplicados.

HB09 - Aplicar modelos de clasificación temáticos complejos a datos geoespaciales para generar mapas de cobertura del suelo. Diseñar e implementar estrategias de validación y verificación con datos de campo o fuentes independientes, integrando información auxiliar y emitiendo juicios técnicos fundamentados sobre la fiabilidad del producto generado.

HB10 - Demostrar habilidad práctica en la utilización de software comercial o de código abierto especializado para realizar tareas de procesamiento específicas y avanzadas de datos LIDAR (ej. filtrado, clasificación de nubes de puntos, generación de MDT/MDS de alta densidad, extracción de características 3D) y SAR (ej. corrección, filtrado de ruido, análisis polarimétrico, interferometría para detección de cambios o modelos de elevación).

Contenidos

Descripción general del contenido

La asignatura aborda el uso de sensores remotos activos para la adquisición, procesamiento y análisis avanzado de información geoespacial en 2D y 3D. Se centra en las tecnologías LIDAR y SAR, sus principios físicos, aplicaciones prácticas y la integración de datos multifuente para modelar fenómenos espaciales complejos.

Temario

Denominación del tema 1: Procesamiento avanzado de imágenes SAR.

Contenidos del tema 1: Correcciones (radiométrica, geométrica). Análisis polarimétrico y extracción de parámetros físicos. Interferometría diferencial (DInSAR): deformaciones del terreno.

Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Procesamiento SAR básico y polarimétrico con SNAP.

Denominación del tema 2: Fusión de datos multifuente.

Contenidos del tema 2: Conceptos de fusión a nivel de píxel, características y decisión. Casos de uso: agricultura, forestal, urbano, emergencias. Sinergias entre datos ópticos y activos para mejorar la clasificación o detección.

Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Fusión de Sentinel-1 y Sentinel-2 para mejora de clasificación temática.

Denominación del tema 3: Procesamiento avanzado de datos LIDAR

Contenidos del tema 3: Principios físicos. Sistemas LIDAR. Formato LAS/LAZ. Procesamiento de datos LIDAR (co-registro y georreferenciación, filtrado y clasificación, segmentación, rasterización).

Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Procesado de datos LIDAR.

Denominación del tema 4: Aplicaciones avanzadas de los datos LIDAR y fuentes de datos

Contenidos del tema 4: El PNOA-LIDAR, características del proyecto. Aplicaciones de las nubes de puntos LIDAR (forestal, urbanismo, ciencias de la Tierra: geomorfología, hidrología, etc.)

Descripción de las actividades prácticas del tema 4: Monitorización de procesos, detección y cuantificación de cambios en 3D a partir de nubes de puntos LIDAR.

Actividades formativas (Modalidad Virtual)

TEMA	TOTAL	Actividades Presenciales (AP)					Actividades Virtuales (AV)				TP	TA
		GG	CH	L	O	S	CST	CSP	CAT	CAP		
1	35						5					30
2	38						5				1	32
3	36						5					31
4	37						5				1	31
Evaluación	4						2					2
Totales	150						22				2	126
		Presencialidad					100 % Virtualidad					

Actividades formativas (Modalidad Semipresencial)												
		Actividades Presenciales (AP)					Actividades Virtuales (AV)					
TEMA	TOTAL	GG	CH	L	O	S	CST	CSP	CAT	CAP	TP	TA
1	35	5										30
2	38	5									1	32
3		5										
4		5									1	
Evaluación	4	2										2
Totales	150	22									2	
		100 % Presencialidad					% Virtualidad					

Actividades Presenciales (AP) Actividades que se desarrollan en un único espacio físico y que implican interacción física entre estudiante y docente: – GG: Grupo Grande (85 estudiantes). – CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes) – L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes) – O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes) – S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).	Actividades Virtuales (AV) Actividades que no se desarrollan en un espacio físico común. Pueden ser síncronas (implican interacción estudiante / docente) o asíncronas: – CST: Clase síncrona teórica. – CSP: Clase síncrona práctica. – CAT: Clase asíncrona teórica. – CAP: Clase asíncrona práctica.
– TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tutorías ECTS). – TA: Trabajo autónomo del estudiante.	

Metodologías docentes (Modalidad Virtual)
La metodología a utilizar estará basada fundamentalmente en: – Aprendizaje a través del aula virtual. Uso de herramientas virtuales de comunicación entre profesor y estudiante para exposición de contenidos teóricos. Esta metodología se aplicará mediante videotutoriales o cualquier otra herramienta síncrona o asíncrona (por ejemplo, webinars). – Enseñanza práctica: Trabajos prácticos a través de la plataforma virtual. Mediante dicha plataforma, los alumnos dispondrán de recursos como software (SIG libre y software corporativo) y fuentes de datos para el desarrollo de las actividades en función de los cursos monográficos ofertados. Para el acceso a la plataforma los alumnos dispondrán de credenciales personales asignadas por el servicio de informática y comunicaciones de la UEx. – Tutorización: Actividad de seguimiento para tutela de trabajos dirigidos, consultas de dudas y asesoría individual o colectiva. Esta metodología se aplicará haciendo uso de despachos virtuales, foros y herramientas de comunicación síncronas. – Actividad autónoma mediante el análisis de documentos escritos, la elaboración de memorias, el estudio de la materia impartida, desarrollo de los supuestos prácticos planteados y tareas propuestas evaluables.
Se pondrá a disposición del estudiante una página web en el aula virtual de la Universidad de Extremadura (http://campusvirtual.unex.es/portal/) a través de la cual podrá descargar e

material suministrado en clase, realizar las prácticas obligatorias y contactar con el profesor fuera del horario de tutorías.

Metodologías docentes (Modalidad Semipresencial)

La metodología a utilizar estará basada fundamentalmente en:

- Presentación en el aula de los contenidos de las diferentes materias con la ayuda de pizarra, programas informáticos o a través de docencia virtual síncrona.
- Prácticas en laboratorios o a través del campus virtual, en función de los cursos monográficos ofertados.
- Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno en tutorías programadas presenciales o a través del campus virtual.
- Trabajos realizados por el estudiante de forma independiente bajo la orientación científica, bibliográfica, didáctica y metodológica del profesor, con el fin de profundizar o completar las competencias del módulo.
- Lecturas bibliográficas individuales seleccionadas por el profesor para reforzar o ampliar las competencias del módulo.
- Estudio y trabajo independiente del alumno para la preparación de tareas, trabajos y proyectos.

Se pondrá a disposición del estudiante una página web en el aula virtual de la Universidad de Extremadura (<http://campusvirtual.unex.es/portal/>) a través de la cual podrá descargar el material suministrado en clase, realizar las prácticas obligatorias y contactar con el profesor fuera del horario de tutorías.

Sistemas de evaluación

Tal como establece la Normativa de Evaluación de la Universidad de Extremadura (<http://doe.juntaex.es/pdfs/doe/2020/2120o/20062265.pdf>), para la calificación de la asignatura el estudiante podrá elegir entre dos modalidades de evaluación:

- a) **Evaluación continua:** sistema de evaluación constituido por diversas actividades distribuidas a lo largo del semestre de docencia de una asignatura.
- b) **Evaluación global:** sistema de evaluación constituido exclusivamente por una prueba final, que englobe todos los contenidos de la asignatura y que se realizará en la fecha oficial de cada convocatoria.

De acuerdo con la citada normativa, la elección de una de las dos modalidades se registrará por las siguientes pautas:

- Quienes opten por la modalidad de evaluación global deberán comunicarlo al profesor durante el primer cuarto del semestre en que se imparta la asignatura, en el Campus Virtual, en el apartado denominado “Elección de evaluación global”.
- En caso de que el estudiante no manifieste preferencia, la modalidad asignada será la de evaluación continua.
- La modalidad elegida registrará para todo el curso, salvo petición elevada al decano según lo establecido en el artículo 4.6 de la citada normativa.

1. SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA

1.1. Actividades de Evaluación

La materia será evaluada de la siguiente manera:

- Sistema de evaluación nº 1. Asistencia, seguimiento y aprovechamiento de las clases teóricas, prácticas y de otras actividades presenciales. En el aula, en la modalidad

semipresencial, y en las clases síncronas mediante plataforma virtual en la modalidad a distancia.

– Sistema de evaluación nº 2. Trabajos académicamente dirigidos y pruebas o cuestionarios en línea. Estas pruebas servirán para evaluar los resultados de aprendizaje adquiridos en forma de conocimientos.

– Sistema de evaluación nº 3. Proyecto final de la asignatura. En esta prueba el alumnado realizará y entregará las prácticas propuestas por el profesor, que estarán orientadas a evaluar los resultados de aprendizaje adquiridos en forma de habilidades y competencias.

En la **convocatoria ordinaria**

a) Pruebas o cuestionarios en línea (10%).

b) Participación en foros planteados para la resolución de problemas específicos (20%).

c) Realización de trabajos dirigidos (informes, casos prácticos, ejercicios y problemas) (70%).

En esta prueba se realizará dos partes prácticas donde el alumno tendrá que demostrar las capacidades aprendidas con el uso de los Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Estos trabajos consistirán en el cálculo de índices espectrales, fusión de imágenes, clasificaciones supervisadas y no supervisadas y cálculo de errores con imágenes de Modis, Landsat, Sentinel o Lidar. Será necesario aprobar ambas partes para poder superar la asignatura.

En la **convocatoria extraordinaria**

a) Pruebas o cuestionarios en línea (10%).

b) Participación en foros planteados para la resolución de problemas específicos (20%). Se trata de una actividad no recuperable y que se corresponderá con la nota obtenida en este apartado en la convocatoria ordinaria.

c) Realización de trabajos dirigidos (informes, casos prácticos, ejercicios y problemas) (70%).

En esta prueba se realizará dos partes prácticas donde el alumno tendrá que demostrar las capacidades aprendidas con el uso de los Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Estos trabajos consistirán en el cálculo de índices espectrales, fusión de imágenes, clasificaciones supervisadas y no supervisadas y cálculo de errores con imágenes de Modis, Landsat, Sentinel o Lidar. Será necesario aprobar ambas partes para poder superar la asignatura.

1.2. Criterios de Evaluación

– Demostración de los conocimientos adquiridos.

– Ejecución y resolución correcta de las actividades y ejercicios.

– Facultad de analizar la información, interpretarla y obtener conclusiones objetivas y originales.

– Capacidad de razonar, de definir conceptos clave, y de explicar procesos, fenómenos, métodos y/o teorías.

– Capacidad de expresión y utilización de un lenguaje técnico adecuado.

– Desarrollo de una secuencia lógica, ordenada, estructurada y coherente en las pruebas y prácticas escritas u orales.

1.3. Actividades recuperables y no recuperables

La asistencia y participación activa del alumnado en las sesiones presenciales del aula, que supondrá el 10 %, es una actividad no recuperable y que se corresponderá con la nota obtenida en este apartado en la convocatoria ordinaria.

2. SISTEMA DE EVALUACIÓN GLOBAL

2.1. Estructura

La materia será evaluada de la siguiente manera:

En la **convocatoria ordinaria**

La prueba final constará de una parte teórica (donde demuestre el conocimiento de los contenidos principales de la asignatura) y otra parte práctica donde el alumno realice ejercicios de SIG y teledetección. La suma de ambas partes supondrá el 100 % de la calificación final.

En la **convocatoria extraordinaria**

La prueba final constará de una parte teórica (donde demuestre el conocimiento de los contenidos principales de la asignatura) y otra parte práctica donde el alumno realice ejercicios de SIG y teledetección. La suma de ambas partes supondrá el 100 % de la calificación final.

2.2. Criterios de Evaluación

- Demostración de los conocimientos adquiridos.
- Ejecución y resolución correcta de las actividades y ejercicios.
- Facultad de analizar la información, interpretarla y obtener conclusiones objetivas y originales.
- Capacidad de razonar, de definir conceptos clave, y de explicar procesos, fenómenos, métodos y/o teorías.
- Capacidad de expresión y utilización de un lenguaje técnico adecuado.
- Desarrollo de una secuencia lógica, ordenada, estructurada y coherente en las pruebas y prácticas escritas u orales.

Bibliografía (básica y complementaria)

1. Básica:

- Chuvieco Salinero, E. (2008): *Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio*. Tercera edición. Barcelona, Ariel.
- Dong P. and Chen Q. 2018, LiDAR Remote Sensing and Applications, CRC Press, 199 pages.
- Rodríguez Sánchez, E (2012): *Inventario forestal con LiDAR (light detection and ranging)*. Editorial Académica Española, 2012.
- Santos Preciado, J. M. (2002): *El tratamiento informático de la información geográfica*. UNED, Madrid.
- Sobrino, J. A. (Ed.), (2000). *Teledetección*. Valencia, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia.

2. Complementaria:

- Avery, T.E. y Berlin, G.L., 1985. *Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation*. 5th edition. MacMillan Publishing Company, New York, 472 pp.
- Arenas-Corraliza, I., Nieto, A., & Moreno, G. (2018). "Datos Lidar para la delimitación de la fracción de cabida cubierta (FCC) en dehesas de la región mediterránea". *Tecnologías de la Información Geográfica: perspectivas multidisciplinares en la sociedad del conocimiento*. pp. 106–114.

- Arenas-Corraliza, I., Nieto, A., & Moreno, G. (2020): Automatic mapping of tree crowns in scattered-tree woodlands using low-density LiDAR data and infrared imagery. *Agroforestry Systems*, 2. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00517-2>.
- Chuvieco, E., Martín, M. P. y Palacios, A. (2002): "Assessment of different spectral indices in the red-near-infrared spectral domain for burned land discrimination". *International Journal of Remote Sensing*, 23.
- Fernández-Palacios, A.; Moreira, J.M.; Ramos, A. y Zamorano, M.D. (2005). "Obtención de series multitemporales de imágenes NDVI para el seguimiento de los cambios en la vegetación. Aplicación a las actualizaciones cartográficas". *XI Congreso Nacional de Teledetección*. Universidad de Tenerife.
- Fragozo– Campón, L., Quirós, E. (2019). "Sentinel Toolbox Application (SNAP) aplicado a la clasificación supervisada de imágenes PNOA". *Teledetección: hacia una visión global del cambio climático*. pp. 263– 266.
- Gomez, C., 2022, Point Cloud Technologies for Geomorphologists: from data acquisition to processing, Springer, 136.
- Key, C. y Benson, N., (1999): The Normalized Burned Ratio, a Landsat TM radiometric index of burn severity incorporating multi-temporal differencing. *U.S. Geological Survey*.
- Martín, M.P., Díaz-Delgado, R., Chuvieco, E. y Ventura, G. (2002): Burned land mapping using NOAA-AVHRR and TERRA-MODIS. *IV International Conference on Forest Fire Research. 2002 Wildland Fire Safety Summit*. Millpress, Luso, Coimbra, Portugal.
- McManamon, P., 2019. LiDAR Technologies and Systems, SPIE Press, 506 pages.
- Pinilla, C. (1995). *Elementos de Teledetección*. RAMA, Madrid.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Los profesores pondrán a disposición del alumnado una página web en el aula virtual de la Universidad de Extremadura (<http://campusvirtual.unex.es/portal/>) a través de la cual el alumno podrá descargar el material suministrado en clase, realizar las prácticas obligatorias y contactar con los profesores fuera del horario de tutorías.

La asistencia a clase es fundamental para el conocimiento de los contenidos prácticos de la asignatura. Es necesario ir entregando las prácticas de cada tema cronológicamente ya que el desconocimiento de las iniciales impedirá el desarrollo de las finales.

Revistas recomendadas:

- Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles: <http://age.ieg.csic.es/boletinv.htm>
- Geofocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica. <http://www.geofocus.org/index.php/geofocus>
- Estudios Geográficos. <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos>
- Journal of Geographical Sciences. <http://link.springer.com/journal/11442>
- Journal of Geographical Systems. <http://link.springer.com/journal/10109>
- International Journal of Geographical Information Science. <http://www.tandfonline.com/toc/tgis20/current>
- Mapping. <http://www.mappinginteractivo.es/>
- Revista de Teledetección. <http://www.aet.org.es/?q=revista>

- Remote Sensing - Open Access Journal. <http://www.mdpi.com/journal/remotesensing>
- Remote Sensing of Environment. <http://www.journals.elsevier.com/remote-sensing-of-environment/>
- International Journal of Remote Sensing. <http://www.tandfonline.com/toc/tres20/current>
- ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. <http://www.journals.elsevier.com/isprs-journal-of-photogrammetry-and-remote-sensing/>
- Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. <http://www.ub.edu/geocrit/nova.htm>

Páginas web:

- Base de datos de la FAO: <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/mapas-historicos-de-suelos-y-bases-de-datos/base-de-datos-armonizada-de-los-suelos-del-mundo-v12/es/>
- Centro Nacional de Información Geográfica: <https://www.cnig.es/>
- Cartografía del Banco de Datos de la Naturaleza: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/rednatura_2000_lic_descargas.aspx
- Eurostat Geodata: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units>
- European Soil Portal. <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/ESDAC/Index.html>
- Geoportal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente <http://sig.magrama.es/geoportal/>
- Infraestructura de Datos Espaciales de España: http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES
- Infraestructura de datos espaciales de Extremadura: <http://www.ideextremadura.es/Geoportal/>
- Instituto Geográfico Nacional: <http://www.ign.es/ign/es/IGN/home.jsp>
- Inspire Geoportal: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>
- Landsat Data Access: http://landsat.usgs.gov/Landsat_Search_and_Download.php
- LandsatLook Viewer: <http://landsatlook.usgs.gov>
- Land Processes Distributed active archive center: <https://lpdaac.usgs.gov>
- Modis- Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer: <http://modis.gsfc.nasa.gov/>
- Sistema de Información Geográfica RURURBAN: <http://imsturex.unex.es/rururban/>
- Sistema Español de Información de Suelos. <http://evenor-tech.com/banco/seisnet/seisnet.htm>
- Sistema de Información Geológico Minero de Extremadura: <http://sinet3.juntaex.es/sigeo/web/asp/sgmapsearch.asp?id=12>
- SPOT Satellite Imagery: <http://www.geo-airbusds.com/en/143-spot-satellite-imagery>
- The USGS Global Visualization Viewer: <http://glovis.usgs.gov/>