



## Guía docente

# 230743 - AI4EO - IA y Big Data para la Observación de la Tierra

Última modificación: 13/06/2024

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona  
**Unidad que imparte:** 739 - TSC - Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2013). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2019).  
(Asignatura optativa).

**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 5.0      **Idiomas:** Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** Consultar aquí / See here:

**Otros:** Consultar aquí / See here:

### CAPACIDADES PREVIAS

---

Esta asignatura explora el impacto de la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías de big data en el campo de la teledetección (en inglés Remote Sensing, RS) para la observación de la Tierra (EO). A través de este curso, se profundizará en los métodos y aplicaciones de la IA en el procesamiento y análisis de grandes conjuntos de datos obtenidos de diversas tecnologías RS. Al final de este curso, se tendrá una comprensión integral de cómo se pueden utilizar estas herramientas para monitorizar y analizar nuestro planeta con un detalle sin precedentes.

Para aprovechar al máximo la asignatura, estas son las capacidades previas recomendadas:

- Conceptos básicos del Electromagnetismo: La comprensión de las ondas electromagnéticas, su propagación y la interacción con diferentes medios ayudará a entender cómo se recopilan e interpretan los datos de los sensores RS.
- Conceptos básicos del procesamiento de señales/datos/imágenes: Es importante estar familiarizado con los conceptos básicos del procesamiento de señales. Esto incluye comprender cómo filtrar, analizar e interpretar señales. Estas capacidades ayudarán a manipular y extraer información significativa de los datos, que es la piedra angular del análisis de big data. Estas habilidades son relevantes ya que gran parte de la EO se basa en datos visuales capturados por satélites y otras tecnologías RS.
- Programación: Es deseable estar familiarizado con la programación, ya que las sesiones de laboratorio y el proyecto se basarán en ella.

Con estas habilidades se estará bien equipado para afrontar los desafíos y oportunidades que se presentan en el campo de la IA y Big Data para EO.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

Clases magistrales y/o charlas a cargo de profesor(es)  
Experiencias prácticas de laboratorio.  
Aprendizaje en base a proyectos  
Aprendizaje cooperativo

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Las imágenes de satélite y la teledetección (en inglés Remote Sensing, RS) para la observación de la Tierra (EO) se utilizan para adquirir información sobre la superficie de la Tierra y analizar sus características físicas. Estas tecnologías permiten afrontar riesgos globales que afectan a nuestra sociedad: cambio climático, condiciones meteorológicas extremas, pérdida de biodiversidad, daño ambiental humano o crisis de recursos naturales [1]. Sin embargo, el procesamiento de imágenes satelitales también se perfila como una técnica importante en sectores como la agricultura de precisión, la hidrología, la gestión de infraestructuras, la seguridad y seguros marítimos o la salud, todo ello con un tamaño de mercado valorado en 12.400 millones de dólares en 2019 y con expectativas de crecimiento. a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 11,6% de 2020 a 2027 [2].

Estamos en la era del Big Earth Data o RS 2.0, donde el objetivo está pasando del segmento upstream centrado en los servicios de lanzamiento y fabricación de satélites a los segmentos mid y downstream, centrados en infraestructuras de gestión, procesamiento y explotación de datos. El sistema de acceso a datos Sentinel del programa de observación de la Tierra Copernicus de la Unión Europea [3] mantiene un archivo completo de casi 78 PB de datos, con una tasa de publicación mensual de más de 1,23 millones de productos/mes con un volumen de 750 TB. Desde el inicio de sus operaciones, se han descargado casi 5 mil millones de productos, con un volumen total de 720 PB, por una comunidad de más de 170.000 usuarios. El análisis y explotación de estos datos se enfrentan a nuevos desafíos y oportunidades que requieren el uso de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) para el procesamiento de Big Data.

Motivada por estas necesidades emergentes en el sector público y privado, esta asignatura está diseñada para aquellos que quieran mejorar sus conocimientos en el campo de la (IA) centrándose en las imágenes satelitales desde una perspectiva técnica y con un enfoque en el desarrollo y práctica humanitaria, como lo ejemplifican los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas [4]. Las habilidades en IA ya son obvias para los ingenieros y científicos de datos del siglo XXI. En esta materia, se le presentará este campo de la ciencia cubriendo los temas y tareas más populares en Machine Learning (ML). Se proporcionarán ejemplos y material de programación para ilustrar las ideas expuestas en la asignatura. Estos serán en Python utilizando bibliotecas convencionales de Código Abierto para Ciencia de Datos y basados en el uso de Jupyter Notebooks interactivos y/o Google Collab.

### Objetivos:

- Aprender los conceptos básicos de las imágenes satelitales y la interpretación de datos EO.
- Conocer el programa EO Copernicus de la Unión Europea y los satélites Sentinel
- Aprender a descargar, acceder y leer imágenes satelitales remotas y datos EO.
- Aprender a procesar imágenes satelitales remotas y datos EO.
- Aprender a utilizar plataformas en la nube como Google Earth Engine para manejar grandes volúmenes de datos en el contexto de imágenes satelitales y datos EO.
- Aprender los conceptos básicos de los modelos de Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (ML).
- Comprender cómo aplicar IA y ML en diferentes aplicaciones de imágenes satelitales y datos de EO.
- Aplicar algoritmos de ML a imágenes satelitales y datos de EO en un estudio de caso relevante en el marco de los ODS de la ONU.

### Referencias:

- [1] "The Global Risks Report 2022", 17th Edition, World Economic Forum, 2022 [<https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2022>]
- [2] "Remote Sensing Technology Market Size (2020-2027)", Grand View Research, 2020 [[https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/remote-sensing-technologies-market?utm\\_source=prnewswire&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=ict\\_23-sept-20&utm\\_term=remote-sensing-technologies-market&utm\\_content=rd](https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/remote-sensing-technologies-market?utm_source=prnewswire&utm_medium=referral&utm_campaign=ict_23-sept-20&utm_term=remote-sensing-technologies-market&utm_content=rd)]
- [3] Copernicus program [<https://www.copernicus.eu/en>] and Copernicus dashboard [<https://dashboard.dataspace.copernicus.eu/>]
- [4] "Sustainable Development Goals", United Nations, 2022 [<https://sdgs.un.org/goals>]

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	13,0	10.40
Horas aprendizaje autónomo	86,0	68.80
Horas grupo grande	26,0	20.80

**Dedicación total:** 125 h

## CONTENIDOS

### Introducción a la Observación de la Tierra y Fundamentos del Electromagnetismo

**Descripción:**

¿Qué es la teledetección para la observación de la Tierra?  
Fundamentos de electromagnético ondas  
Interacción de ondas electromagnéticas con la superficie terrestre  
Sensores remotos: tecnologías y sensores

**Dedicación:** 3h

Grupo grande/Teoría: 3h

### Sistemas e Imágenes de Observación de la Tierra

**Descripción:**

Plataformas y sensores  
Misiones de observación de la Tierra  
El programa Copernicus y los satélites Sentinel  
Programas internacionales de observación de la Tierra

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

### Plataformas Cloud de Explotación de Big Data

**Descripción:**

El nuevo paradigma del Big Earth Data  
Los sistemas Sentinel y el programa Copérnico. El Centro de Acceso Abierto de Copernicus  
Procesamiento a gran escala  
Explotación de plataformas en la nube: Google Earth Engine, openEO , WASDI

**Dedicación:** 3h

Grupo grande/Teoría: 3h

### Inteligencia artificial y aprendizaje automático para la observación de la Tierra

**Descripción:**

Inteligencia artificial para la observación de la Tierra  
Introducción a los algoritmos de aprendizaje automático  
Aprendizaje supervisado y no supervisado  
Aplicaciones del aprendizaje automático en la observación de la Tierra

**Dedicación:** 7h

Grupo grande/Teoría: 7h



### Aprendizaje profundo y análisis de Big Data para la observación de la Tierra

**Descripción:**

Introducción al aprendizaje profundo  
Redes neuronales y sus aplicaciones  
Técnicas de análisis de big data para la observación de la Tierra

**Dedicación:** 7h

Grupo grande/Teoría: 7h

### Aplicaciones y estudios de casos

**Descripción:**

Casos de estudio en monitorización ambiental (bosques, agricultura, áreas urbanas)  
Uso de IA y big data para la gestión de desastres (terremotos, deslizamientos de tierra, etc.)  
Objetivos de desarrollo sostenible y observación de la Tierra

**Dedicación:** 4h

Grupo grande/Teoría: 4h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Examen final: 30%

Sesiones de laboratorio (1h/semana de media): 20%

Proyecto en grupo: 50%

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**

- Emery, William; Camps Carmona, Adriano José. Introduction to satellite remote sensing : atmosphere, ocean, land and cryosphere applications . Amsterdam : Elsevier, 2017. ISBN 9780128092545.
- Igual Muñoz, Laura; Seguí Mesquida, Santi. Introduction to data science : a Python approach to concepts, techniques and applications . Cham : Springer International Publishing, 2017. ISBN 978-3-319-50017-1.

**Complementaria:**

- Chirag Shah. A Hands-On Introduction to Machine Learning. Cambridge, 2022. ISBN 9781009123303.
- Iddo Drori. The Science of Deep Learning. Cambridge, 2022. ISBN 9781108835084.
- Géron, Aurélien. Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems . Sebastopol, CA : O'Reilly Media, Inc, March 2017. ISBN 9781491962268.

## RECURSOS

**Otros recursos:**

Canal de YouTube de IEEE GRSS <https://www.youtube.com/c/IEEEGRSS> />

Listas de reproducción seleccionadas:

Materiales de capacitación en teledetección del IEEE GRSS [Inglés]  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLjCH4zaj-OnyQtrrmRzOIJrRk4O5jGV6z> />Materiales de capacitación en teledetección del



IEEE GRSS [Español] <https://www.youtube.com/playlist?list=PLjCH4zaj-OnzXWLhcer4DvUtGBSbOWXx5> />Escuela AMERSIE 2020 sobre "Métodos avanzados de extracción de información por teledetección" [Inglés]  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLjCH4zaj-Onx9BWmO13F\\_ZN1Uraqmd8LT](https://www.youtube.com/playlist?list=PLjCH4zaj-Onx9BWmO13F_ZN1Uraqmd8LT) />1ra Escuela IEEE GRSS IADF sobre Visión por Computadora para la Observación de la Tierra [Inglés]  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLjCH4zaj-OnyYSYdRICAd4VQccfpA6UsD>