

**COURSE DATA****Data Subject**

<b>Code</b>	43541
<b>Name</b>	Information analysis and extraction
<b>Cycle</b>	Master's degree
<b>ECTS Credits</b>	10.0
<b>Academic year</b>	2022 - 2023

**Study (s)**

<b>Degree</b>	<b>Center</b>	<b>Acad. Period year</b>
2162 - M.U. en Teledetección 12-V.2	Faculty of Physics	1 Annual

**Subject-matter**

<b>Degree</b>	<b>Subject-matter</b>	<b>Character</b>
2162 - M.U. en Teledetección 12-V.2	3 - Information analysis and extraction	Obligatory

**Coordination**

<b>Name</b>	<b>Department</b>
CAMPS VALLS, GUSTAU ADOLF	242 - Electronic Engineering
GARCIA HARO, FRANCISCO JAVIER	345 - Earth Physics and Thermodynamics

**SUMMARY**

“Análisis y extracción de información” es una asignatura de 10 ECTS que se imparte en el primer y segundo cuatrimestre del master. La asignatura combina las clases teóricas con ejercicios prácticos y trabajos desarrollados por el alumno. Fundamentalmente presenta técnicas avanzadas de análisis de las imágenes de teledetección.

La asignatura muestra el potencial que tiene la teledetección para explotar la información multitemporal, multispectral y multisensorial, en el seguimiento de los procesos dinámicos. Como complemento indispensable, el alumno aplicará varias de las técnicas expuestas en clase utilizando datos reales, lo que le permitirá adquirir cierta destreza en el manejo de programas de tratamiento de imágenes ampliamente utilizados por los usuarios de teledetección.



Además de las técnicas tradicionales de clasificación y regresión, se dota de herramientas avanzadas de cálculo (manejo de redes neuronales, regularización, análisis de series temporales, fusión de datos, clasificación híbrida). Los trabajos prácticos están enfocados a tratamiento de imágenes con datos reales (cartografía, estimación de parámetros, seguimiento de fenómenos dinámicos, etc.) con el fin de extraer información relevante sobre los parámetros de interés y cuantificar la precisión alcanzada.

## PREVIOUS KNOWLEDGE

### Relationship to other subjects of the same degree

There are no specified enrollment restrictions with other subjects of the curriculum.

### Other requirements

Es recomendable que los alumnos que vayan a cursar esta asignatura tengan una buena base en física y matemáticas (álgebra, cálculo y estadística), que pueden haber sido adquiridos durante algunas de las asignaturas cursadas en el título de Grado (o Licenciatura). Otros conocimientos previos deseables son:

- Informática a nivel de usuario
- Conocimientos básicos de programación
- Inglés (lectura/traducción)

## OUTCOMES

### 2162 - M.U. en Teledetección 12-V.2

- Students can apply the knowledge acquired and their ability to solve problems in new or unfamiliar environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their field of study.
- Students are able to integrate knowledge and handle the complexity of formulating judgments based on information that, while being incomplete or limited, includes reflection on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgments.
- Students can communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these, to specialist and non-specialist audiences, clearly and unambiguously.
- Students have the learning skills that will allow them to continue studying in a way that will be largely self-directed or autonomous.
- Be able to access the information required (databases, scientific articles, etc.) and to interpret and use it sensibly.
- Students have the knowledge and understanding that provide a basis or an opportunity for originality in developing and/or applying ideas, often within a research context.
- Be able to access to information tools in other areas of knowledge and use them properly.



- Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo de una manera clara y concisa.
- Trabajar en equipo con eficiencia.
- Ser capaces de realizar una toma rápida y eficaz de decisiones.
- Aplicar los conocimientos adquiridos con criterios de sostenibilidad de nuestro entorno.
- Aplicar técnicas de clasificación supervisada y no supervisada y saber establecer los criterios e idoneidad de cada técnica sobre distintas resoluciones espaciales y espectrales de las imágenes.
- Entender y saber utilizar técnicas avanzadas de tratamiento de imágenes para extraer y analizar la información de interés contenida en las imágenes.

## LEARNING OUTCOMES

Al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje el estudiante deberá ser capaz de:

1. Obtener imágenes de satélite procedente de las principales bases de datos y conocer las características de los distintos tipos de productos disponibles
2. Saber extraer información sobre parámetros físicos y su calidad asociada.
3. Saber filtrar observaciones con calidad insuficiente, identificando sus causas (nubosidad, limitaciones del algoritmo empleado, etc.).
4. Manejar adecuadamente las diversas herramientas matemáticas que se utilizan para obtener información útil de las imágenes, y ser capaz de seleccionar la técnica adecuada para obtener la información necesaria en cada ámbito de aplicación de la teledetección.
5. Utilizar un software comercial de tratamiento de imágenes.
6. Manejar técnicas de visualización y análisis estadístico de las imágenes.
7. Adquirir soltura para realizar scripts propios mediante un lenguaje de programación adecuado para el tratamiento de imágenes. En particular, implementar los algoritmos de clasificación (tanto supervisada como no supervisada) más habituales.



8. Realizar cálculos complejos con imágenes con la ayuda de programas y aplicaciones de uso común, estructurando el trabajo desarrollado de forma que sea reproducible por otra persona.
9. Integrar y analizar datos procedentes de diferentes fuentes o sensores, con el fin de extraer la información espacial, espectral y temporal más relevante.
10. Aplicar herramientas avanzadas de extracción de información en teledetección, como la fusión de imágenes multi-resolución, estimación de parámetros con redes neuronales, modelado de series temporales y otras.
11. Aplicar los métodos y métricas más habituales para evaluar la precisión de la información extraída sobre los parámetros de interés.

## DESCRIPTION OF CONTENTS

### 1. Introducción al análisis y extracción de información

Descripción estadística de las imágenes. Etapas del proceso de aprendizaje. Teoría de Decisión. Regla de Bayes en teledetección. Funciones discriminantes.

### 2. Clasificadores paramétricos

Distribución normal multivariada. Clasificador de máxima verosimilitud. Clasificadores de Mahalanobis y mínima distancia. Clase de rechazo.

### 3. Clasificadores no paramétricos

Estimador de densidad de Parzen. Clasificador de los k vecinos más cercanos. Métodos de edición y condensado. Aprendizaje adaptativo. Árboles de decisión en clasificación y regresión.

### 4. Clasificación no supervisada y clustering

Utilidad del clustering en teledetección. Métodos particionales Métodos jerárquicos aglomerativos. Métodos de clustering difuso. Validación del clustering.



### 5. Selección y extracción de características

Medidas de separabilidad espectral. Métodos de selección de características. Análisis de Componentes Principales. Análisis Discriminante. Tasselled Cap. Transformaciones no lineales.

### 6. Uso de información espacial. Clasificación híbrida

Filtros espaciales. Matrices de coocurrencia. Características texturales. Morfología matemática. Clasificación híbrida.

### 7. Evaluación y post-procesado de la clasificación

Medidas del error en clasificación y predicción. Muestreo. Intervalo de confianza. Matriz de confusión. Precisión del productor y del usuario. Validación difusa. Análisis ROC. Post-procesado.

### 8. Estimación de abundancias y detección de blancos

Modelo lineal de reflectividad. Determinación de endmembers y estimación de mapas de abundancia. Métodos de desmezclado estocásticos. Métodos de detección de blancos. Aplicaciones principales.

### 9. Estimación de parámetros biofísicos en teledetección

Modelización y estimación de parámetros. Métodos: inversión de modelos, estadísticos e híbridos. Modelos lineales regularizados. Herramientas para modelado e inversión. Validación de productos. Aplicaciones.

### 10. Métodos avanzados en clasificación y regresión

Modelos combinados: Bagging, Boosting, Random Forests. Redes Neuronales. Métodos Kernel. Procesamiento masivo en la nube.

### 11. Sinergia de datos en teledetección

Sinergia de datos en teledetección. Fusión de datos de diferentes dominios. Fusión intrasensor: Pan-sharpening. Fusión multi-sensor. Evaluación de las imágenes fusionadas: ERGAS.

### 12. Manejo de bases de datos en teledetección

Principales bases de datos de teledetección (ESA, NASA, EUMETSAT, Plan Nacional). Características de los productos: lectura y extracción de información. Generación de máscaras de calidad.

**13. Detección de cambios**

Requisitos para el estudio multitemporal. Preprocesado: normalización de efectos direccionales y radiométricos. Selección de características: ACP y Análisis Multivariado de alteraciones. Métodos: algebraicos, vector de cambio, regresión y clasificación. Evaluación de resultados. Aplicaciones.

**14. Análisis de series temporales**

Preparación de una serie temporal: Detección de nubes y relleno de huecos. Métodos de filtrado y reconstrucción. Anomalías e índices multitemporales. Modelado paramétrico y no paramétrico. Descomposición de Fourier. Aplicaciones.

**WORKLOAD**

ACTIVITY	Hours	% To be attended
Computer classroom practice	35,00	100
Theory classes	22,40	100
Tutorials	12,60	100
Development of group work	10,00	0
Development of individual work	70,00	0
Study and independent work	50,00	0
Resolution of case studies	20,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>220,00</b>	

**TEACHING METHODOLOGY**

La asignatura combina las clases teóricas con ejercicios prácticos y trabajos académicos a desarrollar por el alumno. Las clases se realizarán en el aula de informática y combinarán la explicación teórica –mediante la lección magistral dialogada– con la resolución de trabajos prácticos relacionados.

El desarrollo de la asignatura se basa fundamentalmente en las siguientes metodologías:

1) Clases magistrales dialogadas en las que se presentan los contenidos básicos de la asignatura ilustrados con ejemplos de aplicación, mediante el uso de presentaciones en Powerpoint principalmente con el apoyo de explicaciones en pizarra cuando sea necesario. Los profesores proponen ejercicios que son entregados por los estudiantes, evaluados y devueltos, con el fin de ir guiando al estudiante durante el desarrollo de la asignatura.



2) Desarrollo de trabajos y proyectos relacionados con los contenidos teóricos o temas de profundización. Cada actividad planteada se iniciará en el aula de laboratorio con el seguimiento y apoyo del profesor. Serán tutorizadas por el profesor en el aula y fuera de ella.

3) Sesiones de tutorías personalizadas para resolver dudas o cuestiones planteadas en el desarrollo de las actividades formativas. Ello permitirá al profesor hacer un seguimiento del trabajo y progresos de los estudiantes.

Los materiales didácticos (transparencias, ejercicios y trabajos, guías adaptadas para la utilización del software, publicaciones en revistas especializadas, etc.) se pondrán a disposición de los estudiantes con antelación en el Aula Virtual.

La comunicación alumno-alumno y alumno-profesor también podrá canalizarse a través de herramientas asíncronas (correo, foros, etc.).

## EVALUATION

La evaluación en primera convocatoria se llevará a cabo mediante dos apartados:

1. Evaluación de los trabajos desarrollados por cada alumno en las sesiones de laboratorio, que pueden ser presentados en distintos formatos de comunicación científica. La valoración global de este apartado se obtiene como la media ponderada de los trabajos solicitados (85% de la nota final).
2. Evaluación continua de cada alumno, basada en actividades presenciales (asistencia a clase y realización de ejercicios) y grado de implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje (realización de trabajos voluntarios o de ampliación, participación activa en foros, etc.) (15% de la nota final).

En segunda convocatoria, la evaluación se hará en base al apartado 1, para lo que se propondrá al estudiante actividades similares a las de la primera convocatoria.

## REFERENCES



### Basic

- Remote Sensing Image Processing, G. Camps-Valls, J. Malo, D. Tuia, and L. Gomez-Chova, editors. Collection Synthesis Lectures on Image, Video, and Multimedia Processing, Al Bovik, Ed., Morgan & Claypool Publishers, LaPorte, CO, USA, Sept 2011, 173 pp
- Image Analysis, Classification and Change Detection in Remote Sensing: With Algorithms for Python, (2019), M. J. Canty, CRC Press, 4th Edition.
- Advanced Remote Sensing (2012), S. Liang, X. Li and J Wang, Elsevier, ISBN 978-0-12-385954-9, 799 pag.
- Remotely Sensed Data Characterization, Classification, and Accuracies, (2016), Prasad S. Thenkabail, CRC Press, 1st Edition, ISBN 978-1-4822-1787-2, 673 pag.

### Additional

- Exploratory data analysis with matlab, (2017), W.Martinez, A. Martinez, J. Solka, Third edition, CRC Press, ISBN 9781498776066.
- TIMESAT, A software package to analyse time-series of satellite sensor data [<http://www.nateko.lu.se/TIMESAT/timesat.asp>].
- Signal Theory Methods in Multispectral Remote Sensing, Landgrebe, D.A., John Wiley & Sons, 2003, 508 pp.
- Hyperspectral data exploitation Theory and applications, Chein Chang (2018), John Wiley & Sons, ISBN 9780471746973.
- Remote Sensing Time Series Image Processing, Qihao Weng (2018), 1st Edition, CRC Press, ISBN 9781138054592.
- Google Earth Engine Applications, (2019), Lalit Kumar and Onesimo Mutanga, MDPI Basel, ISBN 978-3-03897-885-5, 408 pag.