

# Programación Avanzada (Advanced Programming)

## **Máster en TIG**

---

**Curso Académico 2024/2025**

**1º curso– 2º cuatrimestre**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Programación Avanzada</b>
Código:	<b>202175</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>Máster Profesional en Tecnologías de la Información Geográfica</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Automática. Arquitectura y Tecnología de Computadores</b>
Carácter:	<b>Optativa</b>
Créditos ECTS:	<b>4</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>1º Curso-2º Cuatrimestre</b>
Profesorado:	Julia María Clemente Párraga (julia.clemente@uah.es)
Horario de Tutoría:	A fijar en función del horario de clase
Idioma en el que se imparte:	<b>Español</b>

### 1.a PRESENTACIÓN

Esta asignatura está orientada a que el alumno adquiera los conocimientos, destrezas y habilidades necesarios para realizar proyectos relacionados con el análisis de datos SIG y teledetección mediante herramientas de programación. Aunque comparte competencias específicas con la asignatura obligatoria de su módulo, sus competencias comprenden un estadio más aplicado usando datos y herramientas específicas en un entorno de TIG. En la asignatura se proporcionarán conocimientos de programación usando principalmente el lenguaje Python. En particular, se utilizarán herramientas orientadas al análisis geográfico y modelización de datos para responder a problemas específicos y proponer soluciones basados en TIG.

### 1.b PRESENTATION (en inglés)

This subject is aimed at the student acquiring the knowledge, skills and abilities necessary to carry out projects related to the analysis of GIS data and remote sensing using programming tools. Although it shares specific competencies with the mandatory subject of its module, its competencies include a more applied stage using specific data and tools in a TIG environment. The subject will provide programming knowledge using mainly the Python language. In particular, tools aimed at geographic analysis and data modeling will be used to respond to specific problems and propose solutions based on TIG.

## 2. COMPETENCIAS y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Competencias básicas y generales:

CG1 - Comprender los problemas territoriales que pueden ser estudiados con las Tecnologías de la Información Geográfica.

CG2 - Aplicar correctamente las funciones de análisis y representación de la información geográfica para solucionar problemas territoriales de distinta naturaleza.

CG3 - Combinar conocimientos y destrezas propios de las TIG para avanzar soluciones a problemas territoriales aún no resueltos.

CG4 - Evaluar y comunicar adecuadamente las soluciones basadas en las TIG a los problemas territoriales.

CB6 – 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.

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.

CB9 – Que los estudiantes sepan 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.

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

- Competencias específicas:

CE16 - Aplicar los principales conceptos, tipos de datos y variables, tipos de operadores, componentes y estructuras de programación en la escritura de macros y *scripts* operativos en diferentes programas del ámbito de las TIG.

CE19 - Desarrollar y documentar procedimientos de captación, análisis o publicación de información territorial de las TIG mediante lenguajes de programación y procedimientos de validación adecuados.

## Resultados del aprendizaje:

1. Analizar los componentes y requerimientos de un procedimiento de análisis en TIG susceptible de automatización o mejora.
  - a. Comprender los requisitos funcionales, no funcionales, de datos, de interfaz de usuario, de integración de los diferentes componentes, rendimiento, etc., de los componentes.
  - b. Documentar apropiadamente los diferentes requerimientos asociados a los componentes de un procedimiento.
2. Aplicar los principales conceptos y estructuras de programación en la escritura de macros y scripts operativos en diferentes programas del ámbito de las TIG.
  - a. Conocer los conceptos y estructuras fundamentales aplicables a todos los lenguajes de programación y los específicos del lenguaje a aplicar.
  - b. Comprender cómo organizar y estructurar el código de diferentes formas: funciones, módulos o paquetes, definición de objetos, etc., para su fácil reutilización y mantenimiento.
  - c. Aplicar la sintaxis y semántica de lenguajes de uso común en el ámbito TIG a problemas afines.
3. Entender el código de lenguajes de programación de uso habitual en el ámbito de las TIG utilizando, si es necesario, apoyos bibliográficos o documentales complementarios.
  - a. Interpretar el código de terceros.
  - b. Explorar las diferentes bibliotecas idóneas para resolver un determinado problema en el ámbito TIG o para mejorar un procedimiento ya existente.
  - c. Comprender la diferente documentación de una determinada biblioteca o módulo del lenguaje de programación a utilizar.
4. Crear o adaptar nuevos procedimientos capaces de enriquecer la potencialidad actual de captación, análisis o difusión de información territorial de las TIG utilizando los lenguajes de programación y procedimientos de validación adecuados.
  - a. Conocer entornos de desarrollo y entornos de aprendizaje de desarrollo integrados (IDEs e IDLEs, respectivamente) para facilitar la creación de programas/scripts en el ámbito de las TIG.
  - b. Aplicar las diferentes herramientas de validación adecuadas para evaluar correctamente una aplicación.
5. Documentar, presentar y justificar adecuadamente las líneas de código y los módulos escritos de manera que puedan ser reutilizados por otros usuarios.

- a. Conocer las buenas prácticas de programación generales y específicas del lenguaje de programación a usar para el desarrollo de scripts en el ámbito GIS.
- b. Representar un algoritmo independientemente del lenguaje de programación a utilizar.
- c. Diseñar los componentes de una aplicación.

### 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
<b>Tema 1. Introducción a Ciencia de Datos Geoespacial</b> 2.1. Objetos geométricos. Uso de <i>shapely</i> 2.2. Cargar, manipular y visualizar datos espaciales. Uso de <i>geopandas</i> y mapas de coropletas 2.3. <i>Exploratory Data Analysis</i> (EDA)	3 horas
<b>Tema 2. Manejo de datos ráster y vectorial</b> 2.4. Datos ráster de alta dimensión con <i>XArray</i> 2.5. Biblioteca <i>rasterio</i> 2.6. Combinación de datos ráster y vectoriales con <i>rioxarray</i>	5 horas
<b>Tema 3. <i>Exploratory Spatial Data Analysis</i></b> 3.1. Introducción 3.2. Pesos espaciales en Python con <i>PySAL</i> 3.3. Autocorrelación espacial global y local en Python con <i>esda</i>	4 horas
<b>Tema 4. Aprendizaje automático en el ámbito geoespacial</b> 4.1. Introducción 4.2. Aprendizaje supervisado con <i>scikit-learn</i> 4.3. Aprendizaje no supervisado con <i>scikit-learn</i>	6 horas

<b>Tema 5. Patrones espaciales de datos</b>  5.1. Agrupamiento espacial con <i>scikit-learn</i> 5.2. Análisis de patrones de puntos con <i>scikit-learn</i> y <i>pointpats</i>	4 horas
<b>Tema 6. Redes espaciales</b>  6.1. Introducción 6.2. Modelado, análisis y visualización de redes urbanas con <i>osmnx</i> y <i>OpenStreetMap</i> 6.3. Análisis de redes más avanzados con <i>networkx</i> 6.4. Introducción al análisis, modelado y visualización de datos de movilidad con <i>scikit-mobility</i>	5 horas
<b>Tema 7. Visualización interactiva</b>  7.1. Visualización con <i>folium/leafmap</i> 7.2. Visualización con <i>Leaflet</i> en R.	3 horas
<b>Pruebas de evaluación</b>	2 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
Trabajo autónomo del estudiante	68
Total horas	100

## 4.2. Metodologías, materiales y recursos didácticos

Metodologías	Materiales y recursos didácticos
Expositiva y aula invertida	Materiales didácticos elaborados por el/la profesor@: presentaciones de clase, <i>notebooks</i> para entrenar en el aprendizaje del lenguaje de programación y potenciar la capacidad algorítmica del alumno.
Uso de herramientas software	Uso de plataformas como Anaconda y su herramienta Jupyter Notebook, IDEs como PyCharm, GitHub, numerosos módulos y paquetes en lenguaje python de amplia y diversa utilidad en el ámbito TIG, para facilitar diferentes tipos de aprendizaje: interactivo, individualizado, colaborativo, etc.
Basada en problemas	Elaboración de prácticas enfocadas a que el estudiante, mediante la ejercitación de rutinas, aplicación de algoritmos, procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de resultados, desarrolle las competencias de la asignatura proponiendo soluciones adecuadas a problemas territoriales y aplicando las habilidades y conocimientos adquiridos.
Basada en proyectos	Se propone a los estudiantes realizar un proyecto general en la asignatura que abarque la aplicación de los conocimientos abordados en la asignatura. El alumno debe plantear el objetivo claramente, diseñar, codificar en Python la solución al problema, así como su validación. Adicionalmente, la presentación del proyecto y discusión final frente al resto de estudiantes contribuye a fomentar el trabajo en equipo, habilidades de comunicación, análisis crítico, pero a la vez también la autonomía.
Uso de aula virtual	Se utiliza un espacio virtual para la asignatura en la plataforma <i>e-learning</i> Blackboard donde están accesibles a los estudiantes todos los materiales didácticos utilizados en las sesiones presenciales, incluyendo las actividades y proyectos propuestos al estudiante. En este último caso, se usa como

recurso una wiki donde el alumno puede seleccionar una de las múltiples propuestas planteadas como proyecto.

Adicionalmente, se utiliza como material didáctico soporte de todas las metodologías aplicadas los siguientes:

- Referencias bibliográficas. Pueden consultarse en Bibliotecas (Edificio Politécnico, CRAI, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, etc).
- Otros recursos web. Sendos enlaces y vídeos de terceros como apoyo en el aprendizaje.

## 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 los establecido en la normativa de evaluación de los aprendizajes de la UAH<sup>1</sup>.

- **Convocatoria ordinaria**

Los criterios de evaluación deben atender al grado de adquisición de las competencias por parte del estudiante. Para ello, se definen los siguientes criterios:

**CE1:** El alumnado es capaz de conocer los fundamentos, componentes básicos y técnicas para elaborar programas informáticos.

**CE2:** El alumnado muestra capacidad e iniciativa a la hora de desarrollar *scripts* o aplicaciones utilizando los elementos y estructuras de datos de un lenguaje de programación de amplia difusión para resolver tareas comunes en TIG.

**CE3:** El alumnado es capaz de cumplir con las tareas encomendadas, realiza sus propios aportes con rigor y justifica las soluciones a problemas planteados.

**CE4:** El alumnado muestra claridad expositiva y cuidado formal en la exposición de los contenidos relativos a la materia estudiada.

---

<sup>1</sup> 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>

**CE5:** El alumnado muestra interés por los contenidos y la materia estudiada.

**CE6:** El alumnado es capaz de profundizar en el análisis, atendiendo a matices y discriminación de las partes.

**CE7:** El alumnado demuestra utilizar métodos de comprobación y validación de la corrección y coherencia de los programas informáticos realizados.

Los instrumentos de evaluación a emplear son los siguientes:

- Pruebas de Evaluación Parcial (**PEP**):
  - Pruebas individuales y grupales de resolución de problemas prácticos con el lenguaje de programación y las herramientas informáticas utilizadas para resolver y automatizar tareas TIG (55% de la nota final).
- Trabajo Final de la Asignatura (**TFA**): El trabajo de la asignatura consiste en el desarrollo grupal de un prototipo software aplicado a tareas TIG utilizando el lenguaje y herramientas de programación manejadas durante el periodo docente. Se presentará un informe final y se realizará una presentación y defensa del trabajo en clase. Para su evaluación se utilizará como herramienta una rúbrica que permita además la autoevaluación y coevaluación de los alumnos. Las guías para el desarrollo de este trabajo así como la descripción de la rúbrica utilizada se proporcionarán a través de la página web de la asignatura (35% de la nota final).
- Participación y actitud (**PAC**):
  - Participación en clase u *online* (a través de la plataforma, virtual, etc.).
  - Actitud proactiva en la resolución de problemas.  
(5% de la nota final)

La relación entre criterios, instrumentos y calificación se muestra a continuación:

Criterio de evaluación	Instrumentos de evaluación	%
CE1-CE3, CE5-CE7	PEP1. Prueba de resolución grupal de problemas prácticos sobre <b>Programación en Python para GIS (Temas 1-2)</b>	20%
	PEP2-PEP3. Prueba de resolución individual de problemas prácticos sobre <b>Programación en Python para GIS (Temas 3-5, 6-7)</b>	20%-15%
CE1- CE7	TFA. Con uso de Rúbrica.	40%
CE5	PAC	5%

- Convocatoria extraordinaria

Los criterios de evaluación y calificación para la convocatoria extraordinaria serán exactamente los mismos que para la convocatoria ordinaria. El alumnado podrá entregar/realizar en esta convocatoria aquellas actividades de evaluación que considere oportunas; se mantendrá la calificación de la convocatoria ordinaria para el resto de las actividades no entregadas/realizadas.

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

Los criterios de evaluación, instrumentos y calificación para la evaluación final serán los mismos que para la evaluación continua, en convocatoria ordinaria o extraordinaria. Sin embargo, las pruebas serán realizadas en su totalidad individualmente y el trabajo final será establecido previamente por el profesor@ para esta modalidad.

La relación entre criterios, instrumentos y calificación se muestra a continuación:

<b>Criterio de evaluación</b>	<b>Instrumentos de evaluación</b>	<b>%</b>
CE1-CE3, CE5-CE7	PEP1. Prueba de resolución grupal de problemas prácticos sobre <b>Programación en Python para GIS (Temas 1-2)</b>	20%
	PEP2-PEP3. Prueba de resolución individual de problemas prácticos sobre <b>Programación en Python para GIS (Temas 3-5, 6-7)</b>	20%-15%
CE1- CE7	TFA1. Con uso de Rúbrica.	35%
CE5	PAC1	5%

Es requisito para la superación de la asignatura, tanto en la convocatoria ordinaria como extraordinaria, aprobar las prácticas (es decir, obtener 3/6 puntos en el total de calificación de las prácticas) y aprobar el trabajo final de la asignatura (es decir, obtener 1,75/3,5 puntos en esta actividad).

Como criterio general, aquellos alumnos que no entreguen todas las prácticas o no realicen el trabajo final se considerarán *No Presentados*.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía Básica

- Geographic data science with python. Sergio Rey, Daniel Arribas-Bel, Levi John Wolf. Ed. Chapman and Hall/CRC, 2023.
- Python for Geospatial Data Analysis: Theory, Tools, and Practice for Location Intelligence. Bonny P. McClain. Ed. O'Reilly Media, 2022.
- Applied Geospatial Data Science with Python: Leverage geospatial data analysis and modelling to find unique solutions to environmental problems. David S. Jordan. Ed. Packt Publishing, 2023.
- Python Data Visualization Essentials Guide. Kalilur Rahman. Ed. BPB Publications, 3th edition, 2021.
- Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data. Jake Vanderplas. Ed. O'Reilly Media, 2<sup>nd</sup> edition, 2023.

### Bibliografía Complementaria

- Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists. Andreas C. Müller, Sarah Guido. Ed. O'Reilly Media, 2017.
- Mastering Geospatial Analysis with Python. Explore GIS Processing and Learn to Work with Geodjango, CARTOframes and MapboxGL-Jupyter. Silas Toms, Paul Crickard, Eric van Rees. Ed. Packt Publishing, 2018.
- Geographic Data Science with R: Visualizing and Analyzing Environmental Change. Michael C. Wimberly. Ed. Chapman and Hall/CRC, 2023.