



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos  
Canales y P.

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000700 - Adaptación Y Mitigación De Impacto Del Cambio Climático En Recursos Hídricos,  
Inundaciones Y Sequías**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AR - Máster Universitario En Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía Y Medio Ambie

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000700 - Adaptación y Mitigación de Impacto del Cambio Climático en Recursos Hídricos, Inundaciones y Sequías
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AR - Máster Universitario en Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambie
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Alvaro Francisco Sordo Ward (Coordinador/a)		alvaro.sordo.ward@upm.es	- -
Beatriz De Lama Pedrosa		beatriz.delama@upm.es	Sin horario.

Francisco Javier Caballero Jimenez		franciscojavier.caballero@upm.es	Sin horario.
Luis Maria Garrote De Marcos		l.garrote@upm.es	Sin horario.
Manuel Joaquin Chazarra Jover		manuel.chazarra@upm.es	Sin horario.
Ignacio Guisandez Gonzalez		i.guisandez@upm.es	Sin horario.
Juan Ignacio Perez Diaz		ji.perez@upm.es	Sin horario.
Alfredo Granados Garcia		a.granados@upm.es	Sin horario.
Isabel Granados Garcia		i.granados@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Miguel Marchamalo	miguel.marchamalo@upm.es	Escuela de Caminos, Canales y Puertos, UPM
Sara Martinez	s.martinezd@upm.es	Escuela de Caminos, Canales y Puertos, UPM

## 3. Conocimientos previos recomendados

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Gestión De Cuencas Hidrográficas
- Ingeniería Hidráulica Ambiental
- Recursos Hidráulicos
- Ingeniería Hidroeléctrica
- Seguridad De Presas
- Estadística Aplicada Y Optimización

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Manejo de bases de datos espacio-temporal
- Programación (Matlab, Python, Macros Excel, R)
- Hidrología
- Modelación hidrometeorológica (HEC-HMS, AQUATOOL, TEMEZ, generación espacio-temporal de clima, modelos de Monte Carlo))
- Estadística y análisis probabilístico
- Sistemas de Información geográfica aplicado a la Hidrología (QGIS)
- Informática a nivel avanzado
- Gestión y Planificación hidrológica

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE2 - Abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la ingeniería civil hidráulica, energética o medioambiental TIPO: Competencias.

CG5 - Buscar bibliografía, analizar la información procedente de diversas fuentes y de su análisis y síntesis aplicarla a la resolución de problemas complejos, en el campo de la ingeniería hidráulica, energética o medioambiental TIPO: Competencias.

K2 - Conocer y comprender el efecto de los factores ambientales en las infraestructuras civiles hidráulicas y energéticas TIPO: Conocimientos o contenidos.

KA1-OPT - Conocer los requisitos de adaptación de infraestructuras al cambio climático TIPO: Conocimientos o contenidos.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA10 - Conoce y comprende el efecto de los factores ambientales en las infraestructuras civiles hidráulicas y energéticas

RA16 - RA10 - Conoce y comprende el efecto de los factores ambientales en las infraestructuras civiles hidráulicas y energéticas

RA6 - RA3-Desarrolla capacidad autónoma de comprensión y análisis de problemas complejos mediante métodos matemáticos.

RA8 - Conoce y comprende el efecto de los factores ambientales en las infraestructuras civiles hidráulicas y energéticas

RA12 - Conocer los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, aprovechamientos hidráulicos y energéticos

RA29 - Conoce, comprende y aplica la normativa y buenas prácticas para la explotación de sistemas hidráulicos (presas y canales)

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El cambio climático representa hoy uno de los mayores desafíos globales, con impactos profundos y directos sobre los recursos hídricos. Esta asignatura está diseñada para formar profesionales con una visión crítica y técnica que les permita entender, evaluar y actuar frente a estos impactos, con un enfoque aplicado e interdisciplinario. El curso aborda de manera estructurada el fenómeno del cambio climático desde su base científica hasta su manifestación concreta en el ciclo hidrológico, incluyendo medidas de adaptación y mitigación. Comienza con una introducción al cambio climático y a su relación con los recursos hídricos, abarcando causas, variabilidad, tendencias observadas, y focaliza en el análisis del impacto sobre la cantidad del agua. Aunque durante el curso se tratan aspectos relacionados con la calidad de agua, su estudio en profundidad excede el alcance de esta asignatura. A continuación, se profundiza en la adquisición, análisis y validación de datos hidrometeorológicos y climáticos, claves para la realización de este tipo de estudios. El estudiante aprenderá a manejar fuentes de información espaciales y temporales, incluyendo datos satelitales, bases de datos climáticas, imágenes raster, y el uso emergente de inteligencia artificial generativa (IA) para el procesamiento y análisis de datos. Se trabajarán herramientas estadísticas y técnicas para la validación de la calidad de datos, análisis de tendencias y caracterización de la incertidumbre de las series espacio-temporales, entre otros aspectos. El tercer

bloque se centra en la evaluación de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las estrategias de adaptación y mitigación. Aquí se analiza la planificación y gestión de los sistemas de recursos hídricos (RRHH), considerando tanto la oferta como la demanda en distintos escenarios temporales. Se introducen modelos de simulación, reglas de gestión, criterios de sostenibilidad, resiliencia y optimización de sistemas hídricos, integrando herramientas computacionales avanzadas y el uso de IA generativa. Posteriormente, se abordan con detalle los efectos específicos del cambio climático sobre los eventos extremos: sequías e inundaciones. En el caso de las sequías, se estudian sus tipos, índices, dinámicas, y se analiza la diferencia entre sequía, escasez hídrica y déficit de suministro. Se proponen estrategias estructurales y no estructurales de adaptación y mitigación, así como se analizan buenas prácticas. El bloque sobre inundaciones incluye análisis estadístico y probabilístico de eventos extremos, caracterización de zonas inundables, seguridad hidrológica de infraestructuras, y evaluación del riesgo. También se desarrollan estrategias de mitigación y adaptación. La asignatura permite al alumno integrar conocimientos técnicos, herramientas digitales de última generación y un enfoque de gestión sostenible del agua. Aprenderá además a anticipar y gestionar el impacto del cambio climático sobre el recurso hídrico y los eventos extremos.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Introducción al Cambio Climático y los recursos hídricos

1.1. Cambio climático: causas, variabilidad y tendencias observadas. Impactos generales en los recursos hídricos. Modelos climáticos. Herramientas de monitoreo del cambio climático en la gestión del agua. Marco internacional.

### 2. Adquisición y procesamiento de datos hidrometeorológicos, proyecciones climáticas, variables físicas y antropogénicas

2.1. Identificación de fuentes de información (presente y futuro). Manejo de bases de datos espacio-temporales, obtención de series temporales con diferente resolución espacio-temporal. Manejo de imágenes satelitales, información raster, etc. Uso de IA.

2.2. Análisis y validación de datos. Análisis de calidad de datos aplicando técnicas estadísticas. Caracterización estadística de series espacio-temporales. Análisis de incertidumbre. Tendencias. Uso de IA

### 3. Evaluación del efecto de cambio climático en los recursos hídricos, adaptación y mitigación

3.1. Evaluación del efecto del CC en los recursos hídricos.

3.1.1. Marco institucional. Caracterización de los sistemas de RRHH, planificación y gestión de RRHH.

3.1.2. Evaluación de recursos hídricos, presente y futuro

- 3.1.3. Evaluación de demandas, presente y futuro
- 3.1.4. Reglas de gestión. Modelación de sistemas de RRHH y evaluación del impacto del CC. Uso de IA
- 3.2. Adaptación, mitigación del impacto del CC sobre los recursos hídricos
  - 3.2.1. Medidas estructurales y no estructurales, globales y locales, transitorias y permanentes. Sostenibilidad y resiliencia de los sistemas de RRHH. Optimización de sistemas. Uso de IA
- 4. Evaluación del efecto del CC sobre las sequías (presente y futuro), adaptación y mitigación
  - 4.1. Evaluación del efecto del CC en las sequías
    - 4.1.1. Introducción. Tipos y dinámicas de las Sequías. Identificación y caracterización de las sequías. Índices de sequía. Diferencia entre sequía, escasez hídrica y déficit de suministro
    - 4.1.2. Evaluación del efecto del CC en las sequías y en la disponibilidad de agua.
    - 4.1.3. Proyecciones estacionales y efecto en los sistemas de RRHH. Enfoque probabilístico. Uso de IA
  - 4.2. Medidas de mitigación y adaptación al déficit hídrico.
    - 4.2.1. Medidas estructurales y no estructurales, Planes especiales de sequía. Buenas prácticas
- 5. Evaluación del efecto de cambio climático en las inundaciones (presente y futuro), adaptación y mitigación
  - 5.1. Evaluación del efecto del CC en las inundaciones
    - 5.1.1. Introducción. Definiciones, tipos de inundaciones. Caracterización de los eventos extremos (presente y futuro) utilizando series espacio-temporales de las principales variables. Análisis de P y Q máximos, hidrogramas y series completas
    - 5.1.2. Análisis estadístico y probabilístico de resultados espacio-temporales. Análisis local y regional. Efecto del CC en las zonas inundables y en la seguridad hidrológica de infraestructuras hidráulicas, análisis de riesgo.
  - 5.2. Adaptación y mitigación del efecto del CC sobre los eventos extremos y el entorno físico.
    - 5.2.1. Medidas estructurales y no estructurales. Planes de emergencia en cuencas y de seguridad hidrológica de presas. Sistemas urbanos de drenaje sostenible. Alerta temprana. Sistemas de monitoreo. Buenas prácticas.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  Duración: 02:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00
5	Duración: 03:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10
6	Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

9	Duración: 02:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:10
10	Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00
11	Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
13	Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Duración: 03:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10
15	Duración: 02:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:10  PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00
16				
17				EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global No presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4		TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	4 / 10	KA1-OPT CE2 CG5 K2
5		PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:10	10%	4 / 10	
9		EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:10	25%	4 / 10	KA1-OPT CE2 CG5 K2
10		PI: Técnica del tipo Presentación Individual	No Presencial	00:00	10%	4 / 10	KA1-OPT CE2 CG5 K2
14		PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:10	10%	4 / 10	CE2 CG5 K2
15		EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:10	25%	4 / 10	CG5 K2 KA1-OPT CE2
15		PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:00	10%	4 / 10	KA1-OPT K2

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

17		EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	100%	5 / 10	KA1-OPT CE2 CG5 K2
----	--	-------------------------------------	---------------	-------	------	--------	-----------------------------

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Evaluación Progresiva:

Participación en resolución interactiva de ejercicios y casos prácticos. Peso 10 %. Se realiza de forma continuada durante el curso y durante las clases prácticas y magistrales.

Resolución individual/autónoma de casos prácticos. Peso 40 %. Se compone por 2 trabajos individuales no presenciales y 2 presentaciones individuales presenciales, cada una con un peso del 10 %.

2 exámenes escritos individuales presenciales, cada uno con un peso del 25 %.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Eventos hidrológicos extremos y cambio climático. Mejores prácticas de modelización	Bibliografía	Autores: Luis Garrote, Alvaro Sordo-Ward y Ana Iglesias
Informes de Evaluación del IPCC	Recursos web	
Bases de datos espacio-temporales cuya fuente es: IPCC, Copernicus, NOAA, Google Earth, IGN, CamRec, Adapteccaentre otras	Recursos web	

Hidrología Aplicada.	Bibliografía	Autor: Ven Te Chow
Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables	Recursos web	MITECO
Guías de adaptación al riesgo de inundación y criterios constructivos de nuevas edificaciones en zonas inundables	Recursos web	MITECO
Guía metodológica para la elaboración de estudios hidrológicos de avenidas para presas.	Recursos web	MITECO
Guía para la evaluación de riesgos asociados al cambio climático	Recursos web	MITECO
Planes especiales de Sequía	Recursos web	MITECO
Fundamentals of Statistical Hydrology	Bibliografía	Mauro Naghettini
HEC-HMS User's Manual	Recursos web	USACE
HEC-HMS Technical Manual	Recursos web	USACE
Manuales de usuario Aquatool+	Recursos web	UPV
Guía de usuario de QGIS	Recursos web	