



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001955 - Métodos Numéricos En Ingeniería Ambiental**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BJ - Master Universitario En Ingeniería Ambiental

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	10
8. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001955 - Métodos Numéricos en Ingeniería Ambiental
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BJ - Master Universitario en Ingeniería Ambiental
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales
<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>
Francisco Jose Navarro Valero (Coordinador/a)	A302-4 ETSIT	francisco.navarro@upm.es	Sin horario. Se publicarán en el Moodle de la asignatura al inicio del curso académico

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

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Letamendia Andres, Unai	unai.letamendia@upm.es	Navarro Valero, Francisco Jose
Roas Domingo, Jaime	j.roas@alumnos.upm.es	Navarro Valero, Francisco Jose

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

CB07 - 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

CE01 - Capacidad para aplicar técnicas numéricas a la modelización, cuantificación de impactos y resolución de problemas de calidad y gestión de aire, agua y suelos

CE02 - Habilidad para profundizar en los conocimientos relativos a la emisión y dispersión de contaminantes atmosféricos y sus impactos.

CE03 - Habilidad para adquirir y disponer de conocimientos adecuados para aplicar las mejores técnicas disponibles en la gestión de suelos, incluyendo su evaluación, aplicación de técnicas de protección, identificación de contaminantes y remediación.

CE05 - Capacidad para adquirir conocimientos adecuados para aplicar las mejores técnicas disponibles en la gestión del agua, incluyendo su evaluación y gestión.

CG01 - Capacidad de analizar, evaluar y sintetizar algunas ideas nuevas y complejas de una manera crítica en la rama de la ingeniería ambiental.

CG03 - Capacidad para concebir, diseñar y analizar situaciones complejas en esta rama de la ingeniería.

CT01 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería ambiental.

CT05 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

### 3.2. Resultados del aprendizaje

RA4 - Dispondrá de conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de los métodos matemáticos, analíticos y numéricos aplicados en la Ingeniería Ambiental que le capaciten para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías y le doten de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones científicas.

RA5 - Será capaz de aplicar las técnicas numéricas a la modelización y resolución de problemas de calidad y gestión de aire, agua y suelos.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Con esta asignatura se pretende:

- Formar al alumno en la metodología propia del análisis numérico.
- Presentar, adecuadamente fundamentadas, las principales técnicas numéricas.
- Aplicar estas técnicas a la resolución de problemas de la ingeniería ambiental. En particular, se pondrá énfasis en el planteamiento y resolución de problemas relacionados con gestión y calidad de aguas, suelos y aire, estando así concebida como un complemento, desde el punto de vista computacional, a las tres asignaturas obligatorias que abordan estos tres aspectos.

## 4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a Matlab
  - 1.1. El entorno Matlab. Estructuras de datos
  - 1.2. Manejo de matrices
  - 1.3. Control de flujo
  - 1.4. Scripts y funciones
  - 1.5. Gráficos 2D y 3D
2. Conceptos básicos de modelización ambiental
  - 2.1. Introducción a la modelización
  - 2.2. Problemas clásicos
3. Resolución numérica de sistemas lineales
  - 3.1. Métodos directos
  - 3.2. Métodos iterativos
4. Resolución numérica de problemas de valores iniciales y de contorno (ecuaciones en derivadas parciales)
  - 4.1. Aproximaciones de diferencias finitas
  - 4.2. Ecuaciones parabólicas: método explícito clásico
  - 4.3. Ecuaciones parabólicas: método implícito de Crank-Nicolson
  - 4.4. Ecuaciones hiperbólicas: fórmula explícita de tres niveles
  - 4.5. Ecuaciones elípticas: fórmula de cinco puntos
5. Aplicaciones a problemas de calidad de aire, agua y suelos
  - 5.1. Ecuaciones de advección-difusión en modelos de calidad del aire
  - 5.2. Evolución de contaminantes descargados en medios acuáticos (lagos, ríos, estuarios): modelos sin dispersión (EDO) y con dispersión (EDP de advección-difusión)
  - 5.3. Flujo en medios porosos. Ecuaciones de advección-difusión en modelos de suelos (flujo de agua y contaminantes en las zonas saturadas y no saturadas, y de aire en la zona no saturada)

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1: 1.1, 1.2 y 1.3</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 1a y 1b</b> Duración: 01:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Test evaluación Práctica 1a</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		<b>test de evaluación Prácticas 1a</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15
2	<b>Tema 1: 1.4 y 1.5</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 1b y 1c</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Test evaluación Práctica 1b</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación  <b>Test evaluación Práctica 1c</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		<b>test de evaluación Prácticas 1a</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15  <b>test de evaluación Prácticas 1b</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15
3	<b>Temas 2 y 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 4</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Examen práctico Tema 1</b> Duración: 00:45 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		<b>Examen práctico Tema 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:45
5	<b>Tema 5: 5.1</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Examen test y desarrollo temas 2-3-4</b> Duración: 00:45 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		<b>Examen test (10%) y desarrollo (10%) temas 2-3-4</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:45
6		<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7		<b>Práctica 2 (cont.)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8	<b>Tema 5: 5.2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9		<b>Práctica 3 (cont.)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10		<b>Práctica 3 (cont.)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	<b>Tema 5: 5.3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12		<b>Práctica 4 (cont.)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Práctica 4 (cont.)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		<b>Evaluación prácticas 2, 3 y 4</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		<b>Evaluación prácticas 2, 3 y 4</b> PGL: Técnica del tipo Presentación en Grupo de Laboratorio Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
15				
16				
17				<b>Prueba de evaluación global, de tipo teórico-práctico.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global 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.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	test de evaluación Prácticas 1a	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:15	1.66%	/ 10	CG01 CT01 CT05
2	test de evaluación Prácticas 1b	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:15	1.67%	/ 10	CG01 CT01 CT05
2	test de evaluación Prácticas 1a	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:15	1.67%	/ 10	CG01 CT01 CT05
4	Examen práctico Tema 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:45	15%	/ 10	CG01 CT01 CT05
5	Examen test (10%) y desarrollo (10%) temas 2-3-4	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:45	20%	2.5 / 10	CG01 CT01 CT05
14	Evaluación prácticas 2, 3 y 4	PGL: Técnica del tipo Presentación en Grupo de Laboratorio	Presencial	02:00	60%	3 / 10	CB07 CG01 CG03 CT01 CT05 CE01 CE02 CE03 CE05

#### 6.1.2. Prueba evaluación global

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

17	Prueba de evaluación global, de tipo teórico-práctico.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB07 CG01 CG03 CT01 CT05 CE01 CE02 CE03 CE05
----	--	-------------------------------------	------------	-------	------	--------	--

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba de evaluación global, de tipo teórico-práctico.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB07 CG01 CG03 CT01 CT05 CE01 CE02 CE03 CE05

## 6.2. Criterios de evaluación

### EVALUACIÓN PROGRESIVA:

El tema 1 y sus actividades de evaluación proporcionarán un 20% de la calificación. Las actividades de evaluación consistirán en 3 prácticas (1a, 1b, 1c), con calificación conjunta del 5%, más un examen práctico (programación Matlab) que aportará un 15%. Esta parte de la evaluación tendrá carácter liberatorio de materia, pero solo hasta la prueba de evaluación global de la convocatoria ordinaria.

La evaluación de los temas 2-3-4 proporcionarán un 20% de la calificación y será de tipo teórico (10% preguntas tipo test y 10% preguntas breves de desarrollo). Esta parte de la evaluación tendrá también carácter liberatorio de materia, pero solo hasta la prueba de evaluación global de la convocatoria ordinaria.

La evaluación de las partes 1, 2 y 3 del tema 5 estará basada en la realización y presentación de las prácticas respectivas, y cada una aportará un 20% de la calificación progresiva. Estas tres prácticas serán DE CARÁCTER OBLIGATORIO durante el curso. Además, serán de carácter liberatorio en el conjunto del curso académico (incluida evaluación extraordinaria). El carácter obligatorio durante el curso se debe a que cada una de estas prácticas constituye un trabajo de desarrollo de muchas horas (fundamental para una evaluación correcta de las competencias), cuya realización en una prueba final global resulta inviable.

### PRUEBA DE EVALUACIÓN GLOBAL (CONVOCATORIA ORDINARIA):

La prueba de evaluación global constará de parte práctica (programación Matlab), que aportará un 20% de la calificación, más parte de test y preguntas breves conceptuales/de desarrollo, relacionadas con los temas 2-3-4, que aportará un 20% de la calificación. El resto de la calificación provendrá de las prácticas 2, 3 y 4 (20% cada una) realizadas obligatoriamente durante el curso. En este sentido, la prueba de evaluación global (excluidas las prácticas obligatorias durante el curso) aportará una nota máxima de 4 sobre 10.

### PRUEBA DE EVALUACIÓN GLOBAL (CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA):

Tendrá las mismas características que las de la correspondiente prueba de la convocatoria ordinaria.

### COMENTARIOS ADICIONALES:

- 1) Las soluciones de los exámenes de tipo test no se publicarán, puesto que cada alumno responde a preguntas aleatorias de un banco de preguntas.
- 2) Cualquier evaluación o entrega realizada podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno y sin ayuda externa o de sistemas de Inteligencia artificial.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Recktenwald, G. (2000). Numerical Methods with Matlab. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA.	Bibliografía	Bibliografía básica Tema 1
Burden, J.D. y Faires, R.L. (2002). Análisis Numérico, 7ª ed. International Thomson Editores, México.	Bibliografía	Bibliografía básica temas 3 y 4
Faires, R.L. y Burden, J.D., (2004). Métodos Numéricos, 3ª ed. Thomson-Paraninfo, Madrid.	Bibliografía	Bibliografía básica temas 3 y 4
Nirmalakhandan, N. (2002). Modelling Tools for Environmental Scientists and Engineers. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.	Bibliografía	Bibliografía básica temas 2 y 5
Sitio Moodle de la asignatura	Recursos web	
Laboratorio computacional	Equipamiento	
Matlab	Otros	Software

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

#### OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

En esta asignatura se presentan y aplican distintas herramientas matemáticas que se emplean en el modelado de sistemas, en particular en modelos relacionados con la ingeniería ambiental (calidad de agua, aire y suelos), así como diversas técnicas numéricas para la solución aproximada de estos modelos. Está vinculada, por lo tanto, con los ODS 6.3 (mejorar la calidad del agua), 6.4 (aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos), 11.6 (reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire) y 14.2 (gestionar y proteger los ecosistemas marinos y costeros).

La asignatura contribuirá también a la consecución de los subobjetivos 4.4 (aumentar considerablemente el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento) y 4.7 (asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible).