



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

**43000392 - Estructuras De Tierra**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AG - Master Universitario En Ingeniería De Caminos, Canales Y Puertos

### 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.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	9
7. Actividades y criterios de evaluación.....	11
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000392 - Estructuras de Tierra
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AG - Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos
<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>
Ruben Angel Galindo Aires	Lab. Geotecnia	rubenangel.galindo@upm.es	L - 09:00 - 12:00 M - 09:00 - 12:00
Ignacio Gonzalez Tejada (Coordinador/a)	Lab. Geotecnia	ignacio.gtejada@upm.es	L - 09:00 - 12:00 M - 09:00 - 12:00
Antonio Soriano Martinez	Lab Geotecnia	antonio.soriano.martinez@u pm.es	X - 18:00 - 19:00

Enrique Asanza Izquierdo		enrique.asanza@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
Claudio Olalla Marañón	claudio.olalla@upm.es	UPM

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Geotecnia
- Mecánica de suelos y rocas

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CGP05 - Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

CE1 - Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.

CE12 - Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.

CE13 - Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).

CE18 - Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.

CE21 - Aplicación de los conocimientos de la mecánica de suelos y de las rocas para el desarrollo del estudio, proyecto, construcción y explotación de cimentaciones, desmontes, terraplenes, túneles y demás construcciones realizadas sobre o a través del terreno, cualquiera que sea la naturaleza y el estado de éste, y cualquiera que sea la finalidad de la obra de que se trate.

CE22 - Conocimiento y capacidad para el análisis estructural mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo avanzado de estructuras, a partir del conocimiento y comprensión de las solicitaciones y su aplicación a las tipologías estructurales de la ingeniería civil. Capacidad para realizar evaluaciones de integridad estructural.

CE24 - Capacidad para proyectar, dimensionar, construir y mantener obras hidráulicas.

CGP13 - Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos). Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA22 - Aplica y evalúa técnicas avanzadas para la construcción y control de obras de ingeniería estructural y geotécnica.

RA21 - Aplica y evalúa modelos avanzados de ingeniería estructural y geotécnica en proyecto y ejecución de obras.

RA155 - Diseña y proyecta y dirige la construcción de infraestructuras hidráulicas.

RA1 - Formula y resuelve problemas matemáticos y numéricos avanzados de ingeniería civil, identificando sus diferentes componentes científicos y técnicos y seleccionando y acoplando con eficacia los métodos de resolución.

RA23 - Aplica y evalúa modelos avanzados de comportamiento mecánico y medioambiental de suelos y materiales de construcción.

RA175 - Planifica, realiza estudios y diseña captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).

RA129 - Modela y dimensiona elementos continuos y estructurales sometidos a acciones dinámicas mediante métodos analíticos y numéricos.

RA210 - Conoce y aplica herramientas de cálculo numérico a problemas de ingeniería civil.

RA211 - Modeliza y predice el comportamiento de problemas en ingeniería civil.

RA128 - Modela y dimensiona elementos continuos y estructurales sometidos a acciones estáticas mediante el método numérico de los Elementos Finitos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de Estructuras de Tierra se centra en los procedimientos de diseño, construcción y control de presas de materiales sueltos y terraplenes de obras lineales, pero también de presas de estériles mineros y de rellenos portuarios. Se pone especial atención a los aspectos conceptuales fundamentales para el adecuado proyecto, diseño y ejecución de estas estructuras, pero también se explican los procedimientos de cálculo más habituales y los marcos normativos más relevantes. En esta asignatura se utilizan metodologías de aprendizaje basado en retos de tal modo que los alumnos han de estudiar problemas reales en presas de tierra mediante métodos numéricos de equilibrio límite y de elementos finitos.



## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a las presas de materiales sueltos
  - 1.1. Alcance de los estudios realizar en la construcción de presas.
  - 1.2. Bibliografía básica y fuentes de información
2. Tipologías de presas de materiales sueltos.
  - 2.1. Conceptos generales de diseño.
  - 2.2. Exigencias a cumplir
  - 2.3. Ejemplos españoles.
3. Materiales sueltos susceptibles de ser usados en presas
  - 3.1. Campaña de investigación geotécnica; campo y laboratorio
  - 3.2. Ensayos específicos
  - 3.3. Criterios de uso
  - 3.4. Materiales no aprovechables
4. Efectos del agua en las presas de materiales sueltos
  - 4.1. Presiones intersticiales durante el proceso constructivo
  - 4.2. Presiones intersticiales con el embalse lleno
  - 4.3. Presiones intersticiales durante un desembalse rápido
  - 4.4. Presiones intersticiales en el cimiento
  - 4.5. Colapso hidráulico
5. Estabilidad interna de las presas de materiales sueltos
  - 5.1. Erosión interna
  - 5.2. Arrastres
  - 5.3. Levantamiento
  - 5.4. Sufusión
6. Estabilidad estática de las presas de materiales sueltos.
  - 6.1. Bases teóricas
  - 6.2. Valoración de parámetros
  - 6.3. Identificación de las solicitaciones

- 6.4. Métodos analíticos (talud infinito, bloques, círculos de rotura) y ábacos.
- 6.5. Métodos numéricos (equilibrio límite y tensodeformacionales).
- 6.6. Aplicación en un caso real (RETO)
- 7. Estabilidad dinámica de las presas de materiales sueltos.
  - 7.1. Precedentes históricos
  - 7.2. Ensayos de laboratorio específicos
  - 7.3. Criterios antisísmicos de diseño
  - 7.4. Métodos de cálculo
  - 7.5. Aplicación en un caso real (RETO)
- 8. Tratamiento del cimiento de las presas de materiales sueltos
  - 8.1. Problemas típicos
  - 8.2. Pantalla de impermeabilización
  - 8.3. Mezclas y tipos de inyección
  - 8.4. Pantallas continuas
  - 8.5. Procedimientos de control
- 9. Patología de las presas de materiales sueltos
  - 9.1. Conceptos de accidentes e incidentes
  - 9.2. Ejemplos
  - 9.3. Aplicación en un caso real (RETO)
- 10. Balsas hidráulicas y balsas mineras
  - 10.1. Concepto de balsa hidráulica y minera
  - 10.2. Materiales y criterios de diseño
  - 10.3. Tipología del dique de cierre
  - 10.4. Análisis de la estabilidad
- 11. Geotecnia vial I: compactación
  - 11.1. Beneficios de la compactación
  - 11.2. Equipos de compactación
  - 11.3. Ensayos de laboratorio
  - 11.4. Ensayos de control in situ

## 12. Geotecnia Vial II: Compactación y normativa

12.1. Aspectos generales de las normativas: alcance de los estudios y exigencias.

12.2. Zonificación de los terraplenes

12.3. Materiales marginales

## 13. Rellenos portuarios

13.1. Características generales

13.2. Tipos de rellenos

13.3. Metodología para el estudio de asientos de un relleno portuario

13.4. Tratamientos según el tipo de material del relleno

13.5. Conceptos de explanada y coronación

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 03:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2</b> Duración: 03:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 3</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 3</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
4	<b>Tema 4</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
5	<b>Tema 5</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 5</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
6	<b>Tema 6</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 6</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
7	<b>Tema 6</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 6</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
8	<b>Tema 7</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 7</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
9	<b>Tema 8</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 8</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
10	<b>Tema 9</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 9</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
11	<b>Tema 10</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 10</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
12	<b>Tema 11</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 11</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
13	<b>Tema 11</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 11</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
14	<b>Estudio tema 12</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 12</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		

15	<p><b>Tema 13</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tema 13</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Examen básico</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Controles intermedios</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 36:00</p> <p><b>Trabajo colaborativo (reto)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 06:00</p>
16				<p><b>Examen ordinario</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global No presencial Duración: 02:00</p>
17				

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
15	Examen básico	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	50%	4 / 10	CE24 CE12 CE1 CE22 CE18 CE21 CGP13 CGP05 CE13
15	Controles intermedios	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	36:00	10%	5 / 10	CE13 CE24 CE12 CE1 CE22 CE18 CE21 CGP13 CGP05
15	Trabajo colaborativo (reto)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	40%	5 / 10	CE13 CE24 CE12 CE1 CE22 CE18 CE21 CGP13 CGP05

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE13 CE24 CE12 CE1 CE22 CE18 CE21 CGP05

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE13 CE24 CE12 CE1 CE22 CE18 CE21 CGP13 CGP05

### 7.2. Criterios de evaluación

La calificación final será la media de las de cada prueba de evaluación, ponderada por su correspondiente peso. Además, se exige:

- Un mínimo de asistencia a las clases presenciales del orden del 75% para poder participar en la evaluación continua.
- Haber conseguido una valoración tanto en los controles intermedios como en el trabajo colaborativo (reto) superior a 5.

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 4,0 puntos (sobre 10) en la nota del examen básico (PE3). La valoración final, que podrá ser superada también mediante el procedimiento de solo prueba final de manera voluntaria, será consecuencia de la valoración ponderada de los cuatro componentes citados aplicándole los porcentajes de participación respectivos ( $0,1 \cdot PE1 + 0,40 \cdot PE2 + 0,50 \cdot PE3$ ).

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Básica	Bibliografía	Orden Circular (PG3) Instrucción Española para el Proyecto, Construcción y Explotación de Presas Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses (BOE 30.03.1996) Guías Técnicas de Seguridad de presas Nº 1, 2, 3, 6 y 7 ROM 05.05
WEB	Recursos web	<a href="http://www.icold-cigb.org">www.icold-cigb.org</a> <a href="http://www.spancold.es">www.spancold.es</a>
Específico	Otros	Biblioteca del Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno. Laboratorio
Manuales técnicos del US Army Corps of Engineers	Bibliografía	EM 1110-2-1902 - Slope Stability EM 1110-2-1911 - Construction Control: Earth & Rock-Fill Dams EM 1110-2-2300 - Engineering and Design: Earth & Rock-Fill Dams

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS6 (Agua limpia y saneamiento), el ODS9 (Industria. Innovación e Infraestructura) y el ODS13 (Acción por el clima)

Los casos reales estudiados en los retos se plantean en el marco de la Alianza EELISA y otorgarán Credenciales EELISA.