



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000448 - Estructuras De Tierra**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AM - Master Universitario Ingenieria De Estructuras, Cimentaciones Y Materiales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....	3
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000448 - Estructuras de Tierra
<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>	04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Antonio Soriano Martinez	Lab Geotecnia	antonio.soriano.martinez@upm.es	X - 18:15 - 19:00
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
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.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

El plan de estudios Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales 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

CE14 - Capacidad para el ejercicio profesional de alta especialización o para la investigación predoctoral mediante la utilización de recursos de modelización predictiva en Análisis y diseño en ingeniería geotécnica.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA7 - Diseña, analiza e interpreta experimentos relevantes en ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales

RA73 - Conoce los principales aspectos que condicionan el comportamiento a corto y largo plazo de una obra de tierra

RA12 - Realiza individualmente un proyecto o una preinvestigación originales de Ingeniería estructural, geotécnica o de materiales estructurales

RA18 - saber aplicar los conocimientos anteriores en diseño, construcción y mantenimiento de estructuras

## 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, fundamentalmente, 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 resuelven casos prácticos 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 construcciónd 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).
- 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
- 8. Tratamiento del cimientado 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
- 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 asentamientos 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 en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Estudio tema 1</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
2	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Estudio tema 2</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
3	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Estudio tema 3</b> Duración: 05:00 OT: Otras actividades formativas	
4	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Estudio tema 4</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
5	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Estudio tema 5</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
6	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Estudio tema 6</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
7	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Repaso tema 2, 3, 4, 5</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
8	<b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Estudio temas 7</b> Duración: 05:00 OT: Otras actividades formativas	
9	<b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Preparación y estudio</b> Duración: 14:30 OT: Otras actividades formativas	
10	<b>Tema 9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 9</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Tema 9</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
11	<b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 10</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Tema 10</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
12	<b>Tema 11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 11</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Tema 11</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
13	<b>Tema 11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 11</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Estudio tema 11</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
14	<b>Estudio tema 12</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 12</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Estudio tema 12</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	

15	<b>Tema 13</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 13</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Estudio personal y preparación del examen de curso</b> Duración: 16:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Examen básico</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 02:00  <b>Controles intermedios</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 36:00  <b>Práctica de curso</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 06:00
16				<b>Examen ordinario</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 02:00
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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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	CE14
15	Controles intermedios	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	36:00	10%	5 / 10	CE14
15	Práctica de curso	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	40%	5 / 10	CE14

#### 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	CE14

#### 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	CE14

## 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 la práctica de curso 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 ( $0,1 \cdot PE1 + 0,40 \cdot PE2 + 0,5 \cdot PE3$ ).

## 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 N <sup>o</sup> 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)