



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

**43000691 - Proyecto, Construcción Y Explotación De Balsas**

### 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.....	10
8. Recursos didácticos.....	15
9. Otra información.....	16

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000691 - Proyecto, Construcción y Explotación de Balsas
<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>
Isabel Granados Garcia (Coordinador/a)	Torre, Pl. 10	i.granados@upm.es	L - 11:00 - 14:00 M - 11:00 - 14:00
Alfredo Granados Garcia	Torre, Pl. 10	a.granados@upm.es	L - 12:00 - 14:30 M - 11:00 - 14:30

Francisco Javier Martin Carrasco	Torre, Pl. 10	f.martin@upm.es	J - 10:30 - 14:30 V - 10:30 - 12:30
David Santillan Sanchez	Torre, Pl. 10	david.santillan@upm.es	M - 09:00 - 11:00 X - 09:00 - 11:00 J - 16:00 - 18:00
Rafael Martinez Alonso	Retiro.Ob.Hidr.	rafael.martinez@upm.es	J - 10:30 - 13:30 V - 10:30 - 13:30
Araceli Martin Candilejo	Torre, Pl. 10	araceli.martin@upm.es	J - 10:30 - 13:30 V - 10:30 - 13:30
Angel Garcia Canton	Torre, Pl. 7	angel.garciacanton@upm.es	X - 09:15 - 11:15
Alvaro Francisco Sordo Ward	Lab. Hidrául.	alvaro.sordo.ward@upm.es	L - 16:00 - 19:00 M - 11:00 - 14:00 M - 16:00 - 17:30

\* 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

- Recursos Hidráulicos

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

- Asignaturas de grado científicas de Física y Mecánica y asignaturas de grado técnicas de Hidráulica, Hidrología, Geología, Geotecnia, Topografía y Materiales de Construcción

## 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.

CG4 - Liderar equipos humanos multidisciplinares, de trabajo en equipo y en contextos internacionales a través de las TICs, con capacidad de organización y planificación 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.

K3 - Conocer los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, ingeniería marítima, y obras y Aprovechamientos hidráulicos y energéticos TIPO: Conocimientos o contenidos.

KH1-OPT - Conocer los criterios para evaluar la seguridad de presas y embalses TIPO: Conocimientos o contenidos.

SK1 - Aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil hidráulica, energética o medioambiental TIPO: Habilidades o destrezas.

SK4 - Planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua TIPO: Habilidades o destrezas.

SK5 - Gestionar económica y administrativamente infraestructuras civiles hidráulicas, energéticas o medioambientales TIPO: Habilidades o destrezas.

SkH1-OPT - Analizar la explotación de infraestructuras hidráulicas TIPO: Habilidades o destrezas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA33 - Planifica, diseña, proyecta, dirige y evalúa la construcción de balsas.

RA34 - Conoce, comprende y aplica la normativa y buenas prácticas para el proyecto, construcción y explotación de balsas.

RA35 - Conoce, comprende y aplica las capacidades técnicas para evaluar el comportamiento y realizar la explotación de balsas.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Tema 1. Introducción. **Las balsas y su función en la regulación.**

Tema 2. Conceptos generales y normativa de balsas. Concepto, definición y usos de las balsas. Diferencias entre presas y balsas. Normativa sobre balsas. Clasificación de balsas (dimensiones y riesgo).

Tema 3. Tipología y elementos básicos de las balsas. Tipos de balsas (materiales e impermeabilización). Implantación (media ladera o semiexcavada). Elementos de llenado, vaciado y seguridad.

Tema 4. Dique de cierre y vaso de la balsa.

Tema 4.1. Estudio de los materiales del vaso. Campañas de campo y ensayos. Caracterización de las propiedades resistentes, las constructivas y las posibles patologías.

Tema 4.2. Niveles y resguardos. Definición de los niveles característicos (NMN y NMV), resguardos y cota de coronación.

Tema 4.3. Diseño y cálculo de la sección tipo. Zonificación (todo uno, dren de pie, dren chimenea) en función de las dimensiones y materiales. Ancho de coronación. Definición de taludes (excavación y dique de cierre). Situaciones de cálculo (normales y accidentales). Predimensionamiento y cálculo de estabilidad.

Tema 4.4 Construcción del dique. Cimentación, ejecución de las excavaciones, extensión y compactación del dique.

Tema 5. Impermeabilización. Tipos de geomembrana (características y durabilidad). Disposición de uniones entre láminas y con las obras de fábrica. Elementos de anclaje y lastrado.

Tema 6. Sistema hidráulico.

Tema 6.1. Elementos de entrada. Tipos de entrada (pico de flauta, codo, arqueta, etc.) en función del caudal de diseño y la cota de acometida. Dimensionamiento y detalles constructivos.

Tema 6.2. Aliviadero. Aliviaderos en marco y badén. Aliviaderos tipo morning glory. Tipos de vertedero (pared gruesa y pared delgada). Dimensionamiento y detalles constructivos.

Tema 6.3. Desagües de fondo y tomas. Objetivo del desagüe de fondo. Uso conjunto de conductos para desagüe y toma. Compatibilidad. Tipos de toma. Alojamiento en galería o zanja. Dimensionamiento y detalles constructivos.

Tema 7. Sistema de drenaje. Definición. Drenaje perimetral y drenaje del fondo. Sectorización. Control de las filtraciones.

Tema 8. Otros elementos. Elementos de auscultación (variables a controlar e instrumentación). Elementos de seguridad para las personas y para la fauna.

Tema 9. Explotación de balsas.

Tema 9.1. Patologías principales de las balsas.

Tema 9.2. Actuaciones de vigilancia de la seguridad, de mantenimiento y conservación.

Tema 9.3. Trabajos de reparación, rehabilitación y refuerzo de balsas.

Tema 9.4. Análisis e informes de comportamiento de las balsas.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1. Introducción. Las balsas y su función en la regulación.
2. Tema 2. Conceptos generales y normativa de balsas.
3. Tema 3. Tipología y elementos básicos de las balsas.
4. Tema 4. Dique de cierre y vaso de la balsa.
  - 4.1. Tema 4.1. Estudio de los materiales del vaso.
  - 4.2. Tema 4.2. Niveles y resguardos.
  - 4.3. Tema 4.3. Diseño y cálculo de la sección tipo.
  - 4.4. Tema 4.4. Construcción del dique.
5. Tema 5. Impermeabilización.
6. Tema 6. Sistema hidráulico.
  - 6.1. Tema 6.1. Elementos de entrada.
  - 6.2. Tema 6.2. Aliviadero.
  - 6.3. Tema 6.3. Desagües de fondo y tomas.
7. Tema 7. Sistema de drenaje.
8. Tema 8. Otros elementos.
9. Tema 9. Explotación de balsas.
  - 9.1. Tema 9.1. Patologías principales de las balsas.
  - 9.2. Tema 9.2. Actuaciones de vigilancia de la seguridad, de mantenimiento y conservación.
  - 9.3. Tema 9.3. Trabajos de reparación, rehabilitación y refuerzo de balsas.
  - 9.4. Tema 9.4. Análisis e informes de comportamiento de las balsas.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1. Introducción. Las balsas y su función en la regulación.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2. Conceptos generales y normativa de balsas.</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2. Conceptos generales y normativa de balsas.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3. Tipología y elementos básicos de las balsas.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3. Tipología y elementos básicos de las balsas.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Tema 4.1. Estudio de los materiales del vaso.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4.1. Estudio de los materiales del vaso.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Tema 3. Tipología y elementos básicos de las balsas.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
4	<b>Tema 4.2. Niveles y resguardos.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4.2. Niveles y resguardos.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Tema 4.1. Estudio de los materiales del vaso.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
5	<b>Tema 4.3. Diseño y cálculo de la sección tipo.</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4.2. Niveles y resguardos.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		<b>PE1. Ejercicios de aplicación práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 16:00

6	<p><b>Tema 4.3. Diseño y cálculo de la sección tipo.</b> Duración: 02:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 4.3. Diseño y cálculo de la sección tipo.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
7	<p><b>Tema 4.4. Construcción del dique.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4.4. Construcción del dique.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 4.4. Construcción del dique.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
8	<p><b>Tema 5. Impermeabilización.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5. Impermeabilización.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 5. Impermeabilización.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
9	<p><b>Tema 6.1. Sistema hidráulico. Elementos de entrada.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6.1. Sistema hidráulico. Elementos de entrada.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 6.1. Sistema hidráulico. Elementos de entrada.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
10	<p><b>Tema 6.2. Sistema hidráulico. Aliviadero.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6.2. Sistema hidráulico. Aliviadero.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 6.2. Sistema hidráulico. Aliviadero.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p><b>PE1. Ejercicios de aplicación práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 16:00</p>
11	<p><b>Tema 6.3. Sistema hidráulico. Desagües de fondo y tomas.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6.3. Sistema hidráulico. Desagües de fondo y tomas.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 6.3. Sistema hidráulico. Desagües de fondo y tomas.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
12	<p><b>Tema 7. Sistema de drenaje.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7. Sistema de drenaje.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 7. Sistema de drenaje.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
13	<p><b>Tema 8. Otros elementos.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8. Otros elementos.</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 9.1. Explotación. Patologías principales de las balsas.</b></p>			

	Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<p><b>Tema 9.2. Explotación. Actuaciones de vigilancia de la seguridad, de mantenimiento y conservación.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9.3. Explotación. Trabajos de reparación, rehabilitación y mantenimiento de balsas.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tema 9.2. Explotación. Actuaciones de vigilancia de la seguridad, de mantenimiento y conservación.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
15	<p><b>Tema 9.4. Explotación. Análisis e informes de comportamiento de las balsas.</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tema 9.3. Explotación. Trabajos de reparación, rehabilitación y mantenimiento de balsas.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Tema 9.4. Explotación. Análisis e informes de comportamiento de las balsas.</b> Duración: 01:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
16				
17				<p><b>PE2. Examen final ordinario (Evaluación progresiva)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:30</p> <p><b>PE2. Examen final ordinario (Evaluación global)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:30</p>

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
5	PE1. Ejercicios de aplicación práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	16:00	25%	0 / 10	K3 SK1 SK4 SkH1-OPT CG4 CG5 CE2 KH1-OPT SK5
10	PE1. Ejercicios de aplicación práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	16:00	25%	0 / 10	K3 SK1 SK4 SkH1-OPT CG4 CG5 CE2 KH1-OPT SK5
17	PE2. Examen final ordinario (Evaluación progresiva)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	50%	4 / 10	K3 SK1 SK4 SkH1-OPT CG4 CG5 CE2 KH1-OPT SK5

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	PE2. Examen final ordinario (Evaluación global)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	SK1 SK4 SkH1-OPT CG4 CG5 CE2 KH1-OPT SK5



## PE2. Examen final ordinario

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en el curso.

Descripción: Constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada será de 2-2,5 horas.

Criterios de calificación: Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen (PE2) será la media de la calificación obtenida en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

## Condiciones para aprobar la asignatura mediante evaluación progresiva

Para aprobar la asignatura el alumno debe cumplir los dos requisitos siguientes:

- Haber obtenido una calificación igual o superior a 4 en el Examen final ordinario:  $PE2 \geq 4$ .
- Que la media ponderada de las calificaciones obtenidas en los Ejercicios de aplicación práctica (PE1) y en el Examen final ordinario (PE2) sea superior a 5:  $0,5*PE1 + 0,5*PE2 > 5$ .

## Nota final de los alumnos mediante evaluación progresiva

La nota final de los alumnos que cumplen las condiciones para aprobar la asignatura será la mayor de las dos siguientes:

- Nota Ejercicios y Examen =  $0,5*PE1 + 0,5*PE2$

- Nota sólo examen = PE2

La nota final de la asignatura de los alumnos que no cumplen las condiciones para aprobar la asignatura será la menor de las dos siguientes:

- Nota Ejercicios y Examen =  $0,5*PE1+0,5*PE2$

- Nota sólo examen = PE2

## MEDIANTE EVALUACIÓN GLOBAL

### PE2. Examen final ordinario

Aplica lo descrito anteriormente para este examen.

### PE3. Examen final extraordinario

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en el curso.

Descripción: Constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada será de 2-2,5 horas.

Criterios de calificación: Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen (PE3) será la media de la calificación obtenida en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

### **Condiciones para aprobar la asignatura en la convocatoria mediante evaluación global.**

Que la nota del examen global (ordinario o extraordinario) sea igual o superior a 5 (es decir, PE2  $\geq$  5 ó PE3  $\geq$  5).

### **Nota final de los alumnos mediante evaluación global**

La nota final de los alumnos que no cumplan la condición para aprobar será la obtenida en el examen global (ordinario PE2 o extraordinario PE3).

**Nota:** Adaptación, en su caso, al formato de evaluación no presencial (on-line). Los ejercicios teóricos constarán de varias preguntas cortas en formato tipo test o similar, con un tiempo máximo para responder cada una, no pudiendo retroceder en la serie de preguntas a medida que son respondidas. Los ejercicios prácticos pueden consistir en: i) un único problema sobre el que se preguntarán resultados concretos, que se deben responder escribiéndolos directamente, o bien identificando el resultado correcto entre varios que se presentan, o ii) varios problemas cortos que se deben resolver de forma análoga a lo indicado anteriormente, cada uno en un tiempo máximo. Los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos deben responder dependerán de la aplicación informática que se disponga para realizar el examen; y se indicarán en la convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
MITECO (2024). Normas Técnicas de Seguridad para las Balsas (borrador).	Bibliografía	
CEDEX-SPANCOLD (2009). Manual de Diseño, Construcción, Explotación y Mantenimiento de Balsas.	Bibliografía	
Generalitat Valenciana (2009). Guía para el proyecto, construcción, explotación, mantenimiento, vigilancia y planes de emergencia de las balsas de riego con vistas a la seguridad.	Bibliografía	
Granados, A. (2000). Problemas de obras hidráulicas. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.	Bibliografía	
Martín Carrasco, F.J. & Garrote, L. (2013). Dimensionamiento y optimización de obras hidráulicas. Editorial Garceta, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.	Bibliografía	
Fell, R. et al. (2014). Geotechnical engineering of dams. CRC Press, Leiden.	Bibliografía	

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).	Recursos web	
--	--------------	--

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

En esta asignatura se tratan significativamente los siguientes objetivos de desarrollo sostenible (ODS):

ODS 2. Hambre cero.

ODS 4. Educación de calidad.

ODS 6. Agua limpia y saneamiento.

ODS 7. Energía asequible y no contaminante.

ODS 9, Industria, innovación e infraestructura.

ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.

ODS 13. Acción por el clima.

ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.