



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

**43000146 - Hidrogeología**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AH - Master Universitario En Sistemas De Ingenieria Civil

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Primer 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.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000146 - Hidrogeología
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<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>	04AH - Master Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Eugenio Sanz Perez (Coordinador/a)	Lab. Geología	eugenio.sanz@upm.es	L - 10:00 - 14:00 M - 12:00 - 14:00
Jose Ignacio Escavy Fernandez	Lab. Geología	ji.escavy@upm.es	L - 10:00 - 14:00 M - 10:00 - 14:00
Ignacio Faustino Menendez- Pidal De Navascues	Lab. Geología	ignacio.menendezpidal@upm.es	J - 13:00 - 14:00 J - 15:00 - 17:00 J - 19:00 - 21:00

Joaquin Sanz De Ojeda	Lab. Geologia	joaquin.sanzdeojed@upm.es	L - 18:00 - 20:00
-----------------------	---------------	---------------------------	-------------------

\* 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 en Sistemas de Ingeniería Civil no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Geología, Geología Aplicada a las Obras Públicas, Hidráulica e Hidrología

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CB7 - 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

CE-A3 - Conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales

CE-A7 - Conocimiento y capacidad para idear soluciones innovadoras en sistemas de ingeniería civil

CE-A8 - Capacidad para idear procedimientos innovadores y sostenibles de explotación y gestión de sistemas de ingeniería civil

CG10 - Gestión económica y administrativa

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA169 - RA3 Aplica los métodos experimentales más relevantes de la Hidrogeología en Ingeniería Civil.

RA168 - RA2 Aplica los conceptos y principios de hidráulica en medios porosos a problemas de Ingeniería, contaminación de las aguas subterráneas y de gestión de recursos.

RA167 - RA1 Conoce y comprende la hidrología subterránea como parte del ciclo hidrológico y su relación con las aguas superficiales, con el clima y el medio geológico y la geomorfología.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de Hidrogeología es la única de la titulación que trata sobre el estudio de las Aguas Subterráneas. Se ha puesto la atención en despertar el interés por las grandes posibilidades de esta disciplina, de la que se destaca su utilidad en múltiples aplicaciones. Se ocupa especialmente del flujo del agua a través de formaciones permeables, ya sea este natural o inducido, por ser de mayor incidencia en la práctica de la Ingeniería Civil. También se tratan los no menos importantes aspectos de la calidad del agua.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Tema 1. Aguas subterráneas y acuíferos.

1.1. 1.1 Conceptos básicos. Distribución del agua en un perfil vertical del terreno. Clasificación de acuíferos. Funcionamiento hidrodinámico.

1.2. 1.2 Formas de gestión. Recursos y reservas.

1.3. 1.3 El ciclo hidrológico y las aguas subterráneas.

1.3.1. 1.3.1. Cuantificación de los componentes del balance hidrológico

1.3.1.1. 1.3.2. Estimación de la recarga natural en acuíferos.

### 2. Tema 2. Flujo en medios porosos

2.1. 2.1. Concepto de potencial. La ley de Darcy.

2.2. 2.2. Parámetros hidrogeológicos.

- 2.3. 2.3. Homogeneidad y heterogeneidad, isotropía y anisotropía.
- 2.4. 2.4. Redes de flujo y superficies piezométricas.
  - 2.4.1. 2.4.1. Dibujo de una red de flujo. Cálculo de caudales y subpresiones.
  - 2.4.2. 2.4.2. Mapas de isopiezas.
- 3. Tema 3. Hidráulica de captaciones
  - 3.1. 3.1. Régimen permanente (Thiem, Jacob, De Glee).
  - 3.2. 3.2. Régimen variable (Método de Theis, Corrección de Dupuit, Método de Jacob). Método de Hantush.
  - 3.3. 3.3. Campos de pozos. Acuíferos y pozos reales. Captaciones horizontales.
  - 3.4. 3.4. Práctica en la realización de ensayos de bombeo.
- 4. Tema 4. Geología y aguas subterráneas
  - 4.1. 4.1. Hidrogeología de terrenos cristalinos, metamórficos y volcánicos.
  - 4.2. 4.2 Hidrogeología de terrenos sedimentarios no consolidados y consolidados.
  - 4.3. 4.3. El karst.
  - 4.4. 4.4. El agua subterránea y los procesos geológicos.
- 5. Tema 5. Relaciones aguas superficiales subterráneas
  - 5.1. 5.1. Relaciones río-acuífero. Manantiales. Modelos analíticos de funcionamiento
  - 5.2. 5.2. Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.
- 6. Tema 6. Hidrogeoquímica
  - 6.1. 6.1. El ciclo hidrogeoquímico. Leyes y factores que regulan el contenido químico de las aguas subterráneas. Isótopos.
  - 6.2. 6.2. Origen y formas de contaminación. Comportamiento de los acuíferos y contaminantes. El transporte de masa de contaminantes.
  - 6.3. 6.3. Perímetros de protección. Mapas de vulnerabilidad.
  - 6.4. 6.4. Acuíferos costeros.
- 7. Tema 7. Métodos de estudio, evaluación y explotación de acuíferos
  - 7.1. 7.1 Tipos de estudio. Inventarios de puntos de agua. Métodos geológicos, geofísicos, etc.
  - 7.2. 7.2. Contenido de un estudio hidrogeológico. Análisis de costes del agua subterránea.
  - 7.3. 7.3. Modelos matemáticos de simulación de acuíferos. Tipos de problemas a resolver. Condiciones iniciales y de contorno. Deducción de las ecuaciones discretizadas por el método de diferencias finitas. Calibración.

7.4. 7.4. Desarrollo sostenible y aguas subterráneas. Problemas en la explotación de las aguas subterráneas. Zonas húmedas. Otros aspectos medioambientales.

7.5. 7.5. Técnicas de construcción de pozos. Condicionantes previos. Métodos de percusión, rotación, rotopercusión. Desarrollo, entubación.

7.6. 7.6. Aspectos legales de las aguas subterráneas.

7.7. 7.7. Las aguas subterráneas en las obras públicas. Fugas de embalses. Drenaje en túneles y obras líneas. Inestabilidades de ladera. Subsistencia.

7.8. 7.8. Las aguas subterráneas en España. Recursos. Reservas. Uso del agua subterránea. Descripción de masas de agua por cuencas hidrográficas. Balances. Funcionamiento hidrogeológico. Calidad.

## 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: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Ejercicios prácticos</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00
2	<b>Tema 1</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 1</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Tema 2</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 2</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Tema 2</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 3</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Tema 2</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 4</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Tema 3</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 5</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>Tema 3</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 6</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 4</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 7</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Tema 4</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 8</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10				
11	<b>Tema 5</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 9</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

12	<b>Tema 5</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 10</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	<b>Tema 6</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 11</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Tema 6</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 12</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	<b>Tema 7</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 13</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
16	<b>Tema 7</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 14</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
17				<p><b>Examen Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Examen prueba final. Consiste en un único examen, que tendrá idénticas características y condiciones a las del examen final de la modalidad de evaluación continua. El examen final ordinario coincide con el examen final de evaluación continua.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00</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
1	Ejercicios prácticos	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	20%	5 / 10	CB7 CG10 CE-A3 CE-A7 CE-A8
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	80%	5 / 10	CB7 CG10 CE-A3 CE-A7 CE-A8

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen prueba final. Consiste en un único examen, que tendrá idénticas características y condiciones a las del examen final de la modalidad de evaluación continua. El examen final ordinario coincide con el examen final de evaluación continua.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CB7 CG10 CE-A3 CE-A7 CE-A8

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

### PE1. Ejercicios de Hidrogeología 20%

Descripción. Consiste en la resolución y entrega de ejercicios propuestos de hidrogeología aplicada. Algunos de dichos ejercicios se plantearán y resolverán en la clase o en Moodle. Otros se propondrán para realización como trabajo del alumno en casa a través de Moodle o en clase.

En caso que existan posibilidades, se realizara un viaje de prácticas de no más de un día de duración cuya asistencia sea obligatoria. Sobre dicho viaje, podrá pedirse una memoria de la vista al campo, que contará como un ejercicio más de hidrogeología. En caso de clases no presenciales se sustituirá por un trabajo equivalente a entregar en Moodle.

Criterios de calificación. Será obligatoria la entrega de todos los ejercicios que se propongan. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación será la media aritmética de los mismos. Su peso en la nota final será del 20%. No se evaluarán y se considerarán no realizados aquéllos ejercicios que no se entreguen durante la clase y al profesor responsable.

Momento y lugar. El plazo estipulado para la entrega de los ejercicios propuestos como trabajo del alumno en casa será cada 15 días, aproximadamente. Los ejercicios propuestos en el aula serán entregados al finalizar la clase. En caso de clases no presenciales todas las entregas y correcciones se realizarán en Moodle.

### PE2. Examen final 80%

Descripción. Consiste en un examen escrito en caso de clases presenciales o realizado telemáticamente en caso contrario usando las plataformas dispuestas para ello como Moodle. Contendrá varias preguntas de carácter teórico y práctico sobre la parte de la asignatura, incluyendo ejercicios de aplicación.

Criterios de calificación. Cada pregunta del examen se valorará de 0 a 10. La calificación será la media aritmética de las preguntas.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso.

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5.

No obstante, para los alumnos de evaluación continua, la calificación final de la asignatura no será inferior a la que resultase de aplicar los criterios de la evaluación mediante "sólo prueba final" que se indican a continuación.

### Mediante sólo prueba final

Descripción. Consiste en un único examen, que tendrá idénticas características y condiciones a las del examen final de la modalidad de evaluación continua. El examen final ordinario coincide con el examen final de evaluación continua. En lo que respecta a una situación no presencial, se estará a lo dispuesto en el punto 7.1. en cuanto a uso de plataformas telemáticas como Moodle.

Criterios de calificación. Cada pregunta del examen se valorará de 0 a 10. La calificación será la media aritmética de las preguntas.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante sólo prueba final

La calificación final será directamente la calificación obtenida en el examen final. Para aprobar la asignatura será preciso obtener una calificación mayor o igual que 5.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Bibliografía Básica 1	Bibliografía	Bear, J. (1.979) Hydraulics of Groundwater. Mc. Graw-Hill, Inc. 569 págs. Custodio, E. y Llamas, M.R. (1.976) Hidrología Subterránea. Barcelona. Ed. Omega, 2 vols. (reedición 1.983). 2.350 pp.

Bibliografía Básica 2	Bibliografía	Sanz, E., Menéndez-Pidal, I. (2013). Hidráulica Subterránea Aplicada. Colección Escuela. Ed. Colegio de Ingeniero de Caminos.  Davis, S. y De Wiest, R. (1.971). Hidrogeología. Ed. Ariel. Barcelona. 
Bibliografía Complementaria 1	Bibliografía	Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea.768 págs Comisión Docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea (2009)
Bibliografía Complementaria 2	Bibliografía	Domenico, P.A. and Schwartz, F.W. (1.990). Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons, New York. 824 pp
Recursos Web	Recursos web	Ejercicios e indicaciones en la POLITECNICA VIRTUAL, PLATAFORMA MOODLE.
Equipamiento específico	Equipamiento	Biblioteca de la Unidad Docente de Geología Aplicada.   

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### Descripción de los métodos de enseñanza empleados

##### Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)

### **Clases prácticas :**

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios y problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. Se aplicarán los diferentes conocimientos adquiridos a problemas aplicados a la ingeniería. El alumno trabajará de manera autónoma y/o individual asistida sobre problemas similares a los resueltos por el profesor y que deberá entregar resueltos. Estas clases prácticas incluye un viaje de prácticas en los que se visitarán en campo diversos tipos de acuíferos y sistemas de explotación de agua subterránea, maquinaria, ensayos de bombeo, etc. Las prácticas también incluyen la realización de un ejercicio de aplicación del modelo matemático MODFLOW en el aula de informática. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)

### **Trabajos autónomos:**

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios propuestos. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)

### **Tutorías**

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)