



2ª Edición
Febrero a Septiembre de 2025

| | | | | | |
|---|--|---|--|--|---|
|  <p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p> | <p>MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO</p> | <p>SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE</p> |  <p>MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES</p> |  <p>CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</p> |  <p>IGME INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL</p> |
|---|--|---|--|--|---|



PAAS

Plan de acción de aguas subterráneas

Actualizado a 25/may/25

FORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA PARA PERSONAL TÉCNICO DE LOS ORGANISMOS DE CUENCA (124 horas)

CUESTIONES GENERALES:

- Aula: CN IGME-CSIC, C/ Ríos Rosas, 23, 28003 Madrid, Sala Cristóbal Bordiú, con aforo máximo 30 alumnos.
- Fechas previstas: Finales febrero 2025 – septiembre de 2025.
- Correo para consultas sobre el curso: cursoFASTEN@igme.es
- WEB: <https://cursofasten.igme.es/>

DESARROLLO DEL CURSO:

- **Prácticas:** Cada semana serán propuestas por uno de los profesores del curso, que se encargará de su recepción y puesta en común. En la siguiente semana de clase los participantes expondrán los resultados. Se mandarían prácticas que no requieran mucha dedicación. El formato de entrega será en PowerPoint, para que puedan presentarlos en clase y no inviertan tiempo en largas redacciones.
- **Retransmisión online:** Se podrá seguir en abierto por Microsoft Teams una o varias clases cada semana, marcadas con color azul en el programa.

MODULO 1 (18 FEB- 21 FEB; 20,5 horas): INTRODUCCIÓN A LA HIDROGEOLOGÍA Y CAPTACIONES.

MARTES 18 FEBRERO (4,5 horas).

- 1) **Introducción a la hidrología y gestión de recursos hídricos** (3 h. Teoría, ejemplos).

1.1 El ciclo hidrológico y sus componentes. Aplicaciones y ejemplos. 11:30-13:00; Félix Francés García (UPV).

1.2 Introducción a la gestión de aguas subterráneas y uso conjunto. Aplicaciones y ejemplos. 13:00-14:30; Manuel Pulido Velázquez (UPV).

- 2) **Introducción a las aguas subterráneas. Principios del flujo subterráneo** (6'5 h. Teoría y prácticas).

2.1 Geología y aguas subterráneas. 16:30-18:00; José Benavente Herrera (UGR).

On Line

MIÉRCOLES 19 FEBRERO (6'5 horas).

2.2 Distribución y movimiento del agua en el subsuelo: zona saturada y no saturada. Ejercicio propuesto. 10:00-11:30; José Luis García-Aróstegui (IGME-CSIC).
PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR (0,5 h). 12:00-12:30. José Luis García-Aróstegui (IGME-CSIC).

2.3 Ecuaciones de flujo en medio poroso saturado (acuíferos confinados y libres). Utilidad práctica. 12:30-14:00; Daniel Fernández García (UPC).

2.4 Hidrodinámica de la zona no saturada. Casos reales. 15:30-17:00; Javier Valdés Abellán (UA).

3) **Captaciones de aguas subterráneas** (5,5 h. Teoría y práctica).

3.1 Diseño, construcción e instalación de captaciones de aguas subterráneas. Mantenimiento y recuperación o sellado de captaciones. 17:00-19:00; Pablo García-Cerezo y Luis García Crespo (DGA).

JUEVES 20 FEBRERO (6'5 horas)

3.2 Geología e Hidrogeología de España y sus cuencas hidrográficas; 9:00-11:00; José Luis Núñez Muñoz (DGA).

3.3 Software (CROQUIS, PIBE). Ejemplos prácticos de aplicación. 11:30-13:00; Miguel Fernández-Mejuto (Diputación de Alicante). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 13:00-13:30. Miguel Fernández-Mejuto (Diputación de Alicante).

4) **Seguimiento y evaluación de extracciones. Sobreexplotación** (1,5 h. Teoría, ejemplos).

Extracciones para distintos usos; Métodos de evaluación directa e indirecta; Teledetección y extracciones para regadío. 13:30-15:00; Francisco Javier Viseas Trinidad (CH del Guadiana).

5) **Uso de las aguas subterráneas en el TRLA y RDPH (1)** (1,5 h. Teoría).

Régimen jurídico de la utilización de las aguas subterráneas: títulos habilitantes, concesiones, Registro de Aguas, etc. 16:30-18:00; Tomas Sancho Marco (DGA).

VIERNES 21 FEBRERO (2,5 horas)

6) **Planificación hidrológica y aguas subterráneas** (1,5 h. Teoría).

Planificación hidrológica, objetivos ambientales y aguas subterráneas. 9:00-10:30; Luis Martínez Cortina (DGA).

7) **Protección de las aguas subterráneas en el TRLA y RDPH (2)** (1 h. Teoría).

Gestión y protección de las aguas en el RDPH: medidas de protección de las masas de agua subterráneas. 11:00-12:00; Laura Garrido Sobrados (DGA).

MODULO 2 (11 AL 14 MARZO; 21 horas): CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

MARTES 11 MARZO (6 horas)

On Line

* Exposición de los casos prácticos propuestos la semana anterior (2 horas). 11:00-13:00; José Luis García-Aróstegui (IGME-CSIC); Miguel Fernández-Mejuto (Diputación Alicante), IGME y DGA.

8) **Calidad, contaminación y vulnerabilidad** de acuíferos. (8 h. Teoría y práctica)
8.1 Calidad natural del agua subterránea. Introducción a la interpretación de análisis de aguas subterráneas (software). 13:00-14:30; Luis Moreno Merino (IGME-CSIC). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 16:00-16:30. Luis Moreno Merino (IGME-CSIC).

On Line

8.2 Contaminación por nitratos. Casos de estudio. 16:30-18:00; Jesús Causapé Valenzuela (IGME-CSIC). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 18:00-18:30. Jesús Causapé Valenzuela (IGME-CSIC).

MIÉRCOLES 12 MARZO (7 horas)

8.3 Estado químico de las masas de aguas. 9:00-11:00; Paloma Crespo Iniesta (DGA).

8.4 Evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación. 11:30-13:00; Bartolomé Andreo Navarro (UMA).

8.5 Contaminación puntual de acuíferos y RDPH. 13:00 - 14:00; José Luis Núñez Muñoz (DGA).

9) **Transporte de masa y calor en medio saturado.** Aplicaciones (5,5 h. Teoría y práctica)

9.1 Procesos (advección, dispersión y difusión) y ecuación de transporte; Soluciones 15:30-16:30; Miguel Ángel Marazuela Calvo (IDAEA-CSIC).

9.2 Geoquímica isotópica aplicada. Fundamentos y ejemplos prácticos de contaminación/descontaminación. 16:30-18:00; Albert Soler Gil (UB).

JUEVES 13 MARZO (5 horas)

Visita de campo sobre captaciones: Acuífero detrítico de Madrid (Tajo), Marc Martínez Parra, José Luis Barroso Martín y Carlos Tejeda Sánchez; y campo de pozos de Fuencarral del Canal de Isabel II, José Antonio Iglesias (día completo; ensayo de bombeo)].

VIERNES 14 MARZO (3 horas)

9.3. Aplicaciones de ensayos con trazadores, Introducción al uso de trazadores. Ejemplos prácticos. 9:30-11:30 Antonio González Ramón (IGME-CSIC) y Marisol Manzano Arellano (UPCT).

9.4 Geotermia somera. 12:00-13:00; Cristina de Santiago Buey (IGME-CSIC).

MÓDULO 3 (7-10 ABRIL; 21 horas): RECURSOS SUBTERRÁNEOS Y RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS.

LUNES 7 ABRIL (5'5 horas)

On Line FIN MODULO 2. * Exposición de los casos prácticos propuestos la semana anterior (2 horas). 11:30-13:30; Luis Moreno Merino (IGME-CSIC); Jesús Causapé Valenzuela (IGME-CSIC); IGME y DGA.

10) **Evaluación de la recarga natural.** (3'5 h; Teoría y práctica)

10.1 Introducción (concepto y tipos de recarga). Variabilidad e incertidumbre en la estimación de la recarga. Métodos para la evaluación de la recarga. 15:30-16:30; Francisco Alcalá García (EEZA-CSIC).

10.2 Software para determinación de la recarga. Visual y GIS Balan. Aplicaciones y ejemplos. 16:30-17:30; Javier Samper Calvete (UC)

10.3 Software RENATA para la determinación de la recarga. Aplicaciones y ejemplos. 17:30-18:30; José Manuel Gómez-Fontalva, (IGME-CSIC) **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 18:30-19:00. José Manuel Gómez-Fontalva, (IGME-CSIC)

MARTES 8 ABRIL (6 horas)

11) Interacción entre aguas **superficiales y subterráneas. Uso conjunto** (9 h; Teoría y prácticas)

11.1 Interacción aguas superficiales-aguas subterráneas. Manantiales y relación río-acuífero. 9:00-10:00; Bruno Ballesteros Navarro (IGME-CSIC).

11.2 Humedales dependientes de aguas subterráneas: El alto Gadiana. 10:00-11:00; Miguel Mejías Moreno (IGME-CSIC).

11.3 Humedales dependientes de aguas subterráneas: Doñana. 11:30-12:30; Miguel Rodríguez Rodríguez (UPO).

11.4 Monitorización de la relación río-acuífero. 12:30-13:30; Carlos Duque Calvache (UGR).

11.5 Recarga artificial 1. 13:30-14:30; Enrique Fernández Escalante (TRAGSA).

On Line 11.6 Recarga artificial 2. 16:30-17:30; Jesús Carrera Ramírez (IDAEA-CSIC).

MIÉRCOLES 9 ABRIL (7'5 horas)

11.7 Simulación de la relación río-acuífero. 9:30-10:30; Abel Solera Solera (UPV).

11.8 Tipología de usos conjunto. Modelos de gestión con uso conjunto. El Sistema Soporte a la Decisión AQUATOOL. Práctica de uso conjunto con SSD AQUATOOL. 11:00-13:00; Abel Solera Solera (UPV).

12) Uso de **herramientas generales de análisis de datos en hidrogeología** (6,5 horas; teoría y práctica).

12.1 Análisis de series temporales: Tendencias, etc. Software TRASERO. 13:00-14:30 y 16.00-16:30 Juan Grima Olmedo (IGME-CSIC). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 16:30-17:00. Juan Grima Olmedo (IGME-CSIC)

12.2 Geoestadística. 17:00-19:00; Jaime Gómez-Hernández (UPV).

JUEVES 10 ABRIL (2 horas)

12.3 Inteligencia artificial. Aplicaciones de la inteligencia artificial en hidrogeología. 10:00-11:00; 11:30-12:30; Héctor Aguilera Alonso (IGME-CSIC) y Antonio Collados Lara (UGR).

MÓDULO 4 (20-23 MAYO; 21,5 horas): EXPLORACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. Tipologías singulares de acuíferos.

MARTES 20 MAYO (5 horas)

On Line FIN MODULO 3. * Exposición de los casos prácticos propuestos la semana anterior (2 horas). 11:30-13:30; José Manuel Gómez-Fontalva (IGME-CSIC); Juan Grima Olmedo (IGME-CSIC); IGME y DGA.

13) **Exploración y aprovechamiento de las Aguas Subterráneas.** (16 h [10,5 h en aula y el resto en campo]; Teoría, ejemplos y prácticas)

13.1 Introducción a la exploración y aprovechamiento a las aguas subterráneas (3'5 horas):

On Line 13.1.A Pasos a seguir en la planificación y ejecución un trabajo de exploración y aprovechamiento hidrogeológico. Aplicaciones y ejemplos. 15:00-16:30; Bruno Ballesteros Navarro (IGME-CSIC). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 15:00-17:00. Bruno Ballesteros Navarro (IGME-CSIC). *NOTA: esta clase se impartirá el viernes 23 de 11:30-13:30.*

13.1.B Delimitación y caracterización hidrogeológica de las masas de agua subterránea. Ejemplo práctico en la demarcación hidrográfica del Miño-Sil. 17:00-18:30; Carlos Camuñas Palencia (IGME-CSIC).

MIÉRCOLES 21 MAYO (6 horas)

Visita de campo en el Alto Gadiana (día completo): Miguel Mejías Moreno, Jorge Jiménez-Sánchez y Rafael Ochando Jiménez (IGME-CSIC).

JUEVES 22 MAYO (7 horas)

13.2 Herramientas y técnicas para mejorar el conocimiento hidrogeológico de las masas de agua subterránea (4'5 horas):

13.2.A Introducción. Sondeos de investigación y redes de observación. 9:00-10:30; Crisanto Martín Montañés (IGME-CSIC).

13.2.B Testificación videográfica-geofísica y su aplicación en las redes de control hidrogeológico en sondeos. Instalación, mantenimiento y control de datalogger de registro continuo en sondeos. 11:00-12:30; Jorge Jiménez-Sánchez (IGME-CSIC).

13.2.C Técnicas geofísicas aplicadas a la hidrogeología: Métodos de superficie. 12:30-14:00; Carlos Marín Lechado (IGME-CSIC).

13.3 Seguimiento del estado de las masas de aguas subterráneas (1 hora): Redes de observación hidrogeológica: Bases de datos (Geoportal del Ministerio, IGME,

Confederaciones, diputaciones, etc.) 16:00-17:00; Carlos Baquedano Estévez (IGME-CSIC).

13.4 Análisis de problemas ligados al aprovechamiento de las aguas subterráneas en España: La explotación de las aguas subterráneas y la calidad de las aguas en la cuenca del Ebro 17:00-18:30; Javier San Román Saldaña (CHE).

VIERNES 23 MAYO (3,5 horas)

14) Hidrogeología de los acuíferos costeros y del karst (3 h; Teoría, ejemplos y práctica)

14.2 Hidrogeología de acuíferos costeros 2. 9:30-11:00; María Luisa Calvache Quesada (UGR).

14.1 Hidrogeología del Karst: materiales kársticos y pseudokárstico; Quimismo. 11:30-13:00; Policarp Garay Martín (SedecK).

NOTA: esta clase se impartirá el martes 20 de 15:00-16:30.

MÓDULO 5 (10-13 JUN; 20 horas): MODELOS NUMÉRICOS EN HIDROGEOLOGÍA.

MARTES 10 JUNIO (5 horas)

On Line FIN MODULO 4. * Exposición de los casos prácticos propuestos la semana anterior (2 horas). 11:30-13:30; Miguel Mejías Moreno/Bruno Ballesteros Navarro (IGME-CSIC); IGME y DGA.

15) **Herramientas y modelos numéricos para el estudio de aguas subterráneas** (18 h)

On Line 15.1 Introducción: Tipos de modelos numéricos en hidrogeología (agregados y distribuidos; flujo y transporte; simulación y optimización; guiados por los datos, conceptuales y físicamente basados; modelos subrogados y acoplados). Interfaces gráficas. 15:30-17:00; David Pulido Velázquez (IGME-CSIC).

15.2 Modelos agregados. Aplicaciones en acuíferos de alta montaña. 17:00-18:00; Jorge Jódar Bermúdez (IGME-CSIC). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 18:00-18:30. Jorge Jódar Bermúdez (IGME-CSIC)

MIÉRCOLES 11 JUNIO (6 horas)

15.3 Modelación distribuida del flujo subterráneo con ModelMuse (6 horas).

- Introducción a Modflow 6 y ModelMuse. 10:00-10:30; Eduardo Cassiraga (UPV)
- Ejercicio práctico* 10:30 -12:00; Javier Rodrigo y María Elena Rodrigo (UPV)
- Ejercicio práctico* 12:30 -14:30; María Elena Rodrigo y Javier Rodrigo (UPV)
- Ejercicio práctico* 16:30-17:30; Eduardo Cassiraga y María Elena Rodrigo
- Explicación modelo de la Mancha Oriental. 17:30-18:30; David Sanz (UCLM)

JUEVES 12 JUNIO (6 horas)

15.4A Introducción a la modelación del transporte de solutos. Procesos. 9:00-10:30; Enric Vázquez Suñé (IDAEA-CSIC).

15.4B Modelación del transporte de solutos con la interfaz gratuita ModelMuse. 11:00-14:00; Francisco Javier Elorza Tenreiro (UPM)

15.5 Modelación hidrogeoquímica con PHREEQC. 16:00-17:30; Claus Kohfahl (IGME-CSIC).

VIERNES 13 JUNIO (3 horas)

15.6 Aplicaciones y ejemplos usando la interfaz Visual MODFLOW. 9:30-10:30; Juan de Dios Gómez Gómez (IGME-CSIC).

15.7 Reflexiones y experiencias en la modelación de aguas subterráneas en la CH Júcar. 11:00-12:00; Arancha Fidalgo Pelarda (CHJ).

15.8 Experiencias/aplicaciones de modelos para resolver problemas de transporte de solutos. 12:00-13:00; Daniel Fernández García (UPC)

**MÓDULO 6 (23-26 SEPT; 20,5 horas): AGUAS SUBTERRÁNEAS Y PLANIFICACIÓN
HIDROLÓGICA. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.**

MARTES 23 SEPTIEMBRE (4 horas)

On Line FIN MODULO 5. * Exposición de los casos prácticos propuestos la semana anterior (1 hora). 12:00-13:00; Jorge Jódar Bermúdez (IGME-CSIC).

16.1 **Determinación de perímetros de protección.** 15:00-16:00; Luis Moreno Merino (IGME-CSIC).

16.2 **El protocolo de hidromorfología lacustre y su relación con los EDAS.** 16:00-17:00; Juan Alánde Rodríguez (DGA).

16.3 **Hidromorfología de ríos y su relación con las aguas subterráneas.** 17:00-18:00; Fco. Javier Monte Morgado (DGA).

MIÉRCOLES 24 SEPTIEMBRE (6 horas)

Visita de Campo sobre experiencia recarga artificial (Cuenca del Duero)

JUEVES 25 SEPTIEMBRE (7 horas)

16.4 **Hidrología y aguas subterráneas, sistemas de información hidrológica y planificación hidrológica.** 9:00-10:00; Carlos Ruiz del Portal Florido (CHMS).

16.5 **Aguas subterráneas e información hidrológica. Integración de la información hidrogeológica en los anuarios de aforo.** 10:00-11:00; Carlos González-Trabancos (DGA).

16.6 **La digitalización del regadío en el PERTE de digitalización del ciclo del agua.** 11:30-12:30; Teresa Maestro Villarroya (DGA).

16.7 **La gestión de las sequías en España.** 12:30-13:30; Luis Martínez-Cortina (SGPH).

16.8 **Implantación en España de Directiva de Nitratos. Estado de situación.** 13:30-14:30; Javier Álvarez Rodríguez (DGA).

16.9 **Necesidad de una gestión sostenible de las aguas subterráneas.** 16:30-17:30; Teodoro Estrela Monreal (CHJ).

16.10 **Zonas protegidas relacionadas con las aguas subterráneas.** Los registros de zonas protegidas y los sistemas de información asociados. 17:30-18:30; Javier Ruza Rodríguez (DGA).

VIERNES 26 SEPTIEMBRE (3'5 horas)

Presentaciones de cierre:

16.11 **Participación Ciudadana.** 9:00-10:00; Elena López Gum (ICATALIST);

16.12 **Hidroeconomía y gestión de recursos hídricos.** 10:00-11:00; Julio Berbel Vecino (UCO);

On Line 16.13 **Impactos del Cambio Climático y evaluación de estrategias de adaptación.** 11:30-12:30; David Pulido Velázquez (IGME-CSIC).

16.14 **Conclusiones, clausura y cóctel de cierre.** 12:30-14:00; DGA e IGME.