



**Universidad**  
Zaragoza

## **Grado en Ingeniería Civil**

### **28717 - Ampliación de ingeniería hidráulica e hidrología**

**Guía docente para el curso 2013 - 2014**

**Curso: 2, Semestre: 2, Créditos: 6.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

- Beniamino Russo -

### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

#### **Profesor responsable:**

Beniamino Russo

[brusso@unizar.es](mailto:brusso@unizar.es)

Tfno: 976600813 ext. 130

Titulación:

Doctor Ingeniero de Caminos por la Universitat Politècnica de Catalunya

Horario de tutoría:

Semestre I

Miércoles: 10.30 - 12.30 y 15.30 - 19.30

Jueves: 10.30 - 12.30 y 15.30 - 19.30

Semestre II

Miércoles: 10.30 - 11.30 y 15.30 - 19.30

Jueves: 10.30 - 12.30 y 15.30 - 19.30

La asignatura de Ampliación de Ingeniería Hidráulica e Hidrología, no tiene requisitos previos obligatorios, pero se aconseja a los alumnos del Grado en Ingeniería Civil de haber aprobado, las asignaturas de Matemática Aplicada a la Ingeniería I, Matemática Aplicada a la Ingeniería II, Física General y Fundamentos de Ingeniería Hidráulica.

## Actividades y fechas clave de la asignatura

La metodología docente de la asignatura de Ampliación de Ingeniería Hidráulica e Hidrología se basa en una fuerte interacción profesor/alumno. Esta interacción se materializa por medio de un reparto de trabajo/responsabilidades entre alumnado y profesores. En particular, la metodología docente de esta asignatura se basa en una serie de actividades organizadas y dirigidas desde el profesor hacia el alumno y de carácter presencial, en las cuales se impartirán los conceptos básicos que el alumno consolidará mediante la realización de prácticas tutorizadas, también de carácter presencial. Además, en las sesiones prácticas se propondrán actividades autónomas para que el alumno aborde su resolución de manera no dirigida, cuya resolución tendrá lugar en las siguientes sesiones prácticas o durante tutorías personalizadas o de grupo. Según lo expuesto, la metodología docente prevé el desarrollo de las siguientes actividades:

### 1. Actividades presenciales:

1. *Clases sobre argumentos teóricos*: se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura.
  2. *Clases sobre problemas*: se desarrollarán ejemplos prácticos y problemas en clase.
  3. *Prácticas tutorizadas*: los alumnos desarrollarán ejemplos y realizarán problemas o casos prácticos referentes a los conceptos teóricos estudiados.
2. *Actividades autónomas tutorizadas*: Estas actividades se desarrollan de forma autónoma por los alumnos bajo la supervisión del profesorado de la asignatura. El alumno tendrá a disposición un dossier de exámenes resueltos y podrá asistir a tutorías presenciales o de grupo para profundizar sobre la resolución de los problemas de exámenes.
3. *Actividades de refuerzo*: A través del portal virtual de enseñanza (Moodle) o del correo electrónico de la Universidad de Zaragoza, el profesorado de la asignatura desarrollará, para casos concretos en los cuales no se puede aplicar tutoría convencional, actividades de soporte y ayuda para los alumnos que lo necesitaran resolviendo dudas o proporcionando soluciones a problemas inherentes a los argumentos del temario.

El horario semanal de la asignatura se encuentra reflejado en la tabla siguiente.

|                  | Lunes | Martes | Miércoles              | Jueves  | Viernes |
|------------------|-------|--------|------------------------|---------|---------|
| 08: 30 - 10:20 h |       |        | AIHH                   |         |         |
| Descanso         |       |        |                        |         |         |
| 11:40 - 12:30 h  |       |        | Tutoría<br>Laboratorio | Tutoría |         |
| Descanso         |       |        |                        |         |         |
| 12:50-14:30 h    |       |        |                        | AIHH    |         |

Las fechas de los dos exámenes finales serán las publicadas de forma oficial en <http://www.eupla.es/secretaria/academica/examenes.html>. Durante la primera de estas fechas se desarrollarán una *prueba global de evaluación final* y el *II examen de evaluación continua*, respectivamente para los alumnos que hayan optado para evaluación no continua y continua (véase apartado “*Actividades de Evaluación*” a continuación).

Para los alumnos que opten por el sistema de evaluación continua, el I examen de evaluación continua se hará el día **08/05/2014**.

Un trabajo práctico se desarrollará a lo largo del semestre, estando fijada la siguiente fecha como día límite para la entrega de la misma:

— **Fecha límite para la entrega de la práctica: 29/05/2014.**

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:
- Dominio de las leyes generales de los fluidos en movimiento y de los aspectos técnicos vinculados a los

sistemas de conducciones en lámina libre.

- 2:** Conocimientos generales sobre la hidrología superficial.
- 3:** Conocimientos generales sobre la hidrología subterránea.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende introducir al estudiante en el estudio del comportamiento mecánico de los fluidos y las ecuaciones del flujo, con especial atención al cálculo de los sistemas de conducciones en lámina libre. Además quiere introducir algunos conceptos generales tanto de hidrología superficial como de hidrología subterránea.

En el currículo de la titulación, la asignatura de “Ampliación de Ingeniería Hidráulica e Hidrología” desempeña un papel integrador y aplicado al utilizar modelos explicativos procedentes, sobre todo, de las ciencias físicas (en particular de la mecánica de fluidos y de los fundamentos de ingeniería hidráulica) y emplear métodos de análisis, cálculo y representación gráfica propios de las matemáticas. Este carácter de ciencia aplicada le confiere un valor formativo relevante, al integrar y poner en función conocimientos pertenecientes a disciplinas científicas de naturaleza más abstracta y especulativa, y le permite, por otro lado, ejercer un papel catalizador del tono científico y técnico que le es propio, profundizando y sistematizando aprendizajes afines, adquiridos en etapas educativas anteriores.

En cada tema se desarrollarán trabajos y ejercicios prácticos, para que los alumnos/as trabajen tanto en clase como de forma autónoma y sirvan como materia de discusión en las clases prácticas, con el fin principal de dotarles de un papel activo en su proceso de aprendizaje, teniendo como punto central y fundamental de referencia a la hora de evaluarlos, la importancia de la reflexión, análisis e interpretación de los resultados obtenidos haciéndonos partícipes del espíritu de Bolonia.

---

## Contexto y competencias

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El principal objetivo de la asignatura es conseguir que los alumnos adquieran conocimiento de los conceptos y los aspectos técnicos vinculados a los sistemas de conducciones en lámina libre y de los conceptos básicos de hidrología superficial y subterránea.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de “Ampliación de Ingeniería Hidráulica e Hidrología” está situada en el actual Plan de Estudio de Ingeniería Civil de la EUPLA. Se trata de una asignatura semestral, de segundo curso, y tienen una carga de 6 créditos ECTS. Es una asignatura de carácter obligatorio, y al pertenecer a la rama de formación común a la ingeniería civil, deberá ser cursadas por todos los alumnos independientemente del recorrido formativo elegido (en el caso de la EUPLA, el grado en ingeniería civil propone 3 diferentes recorridos formativos: Construcciones Civiles, Hidrología, Transportes y Servicios Urbanos).

La asignatura de “Ampliación de Ingeniería Hidráulica e Hidrología”, junto con la asignatura de “Fundamentos de Ingeniería Hidráulica”, debe desarrollar los contenidos de la materia de “Ingeniería hidráulica e hidrología”, en donde el objetivo principal es proporcionar una formación sólida a partir de conceptos de hidráulica e hidrología fundamentales, iniciar en el conocimiento de las leyes que rigen los medios fluidos y plantear con ayuda de las mismas, soluciones técnicas a problemas reales.

Se dejan para otras asignaturas de especialidad, las cuales se servirán del soporte previo del conocimiento otorgado por la materia de “Ingeniería Hidráulica e Hidrología”, el desarrollo de temas más específicos y concretos, objeto de análisis en

otras asignaturas del grado en Ingeniería Civil de la EUPLA como Sistemas de abastecimiento y saneamiento en la ingeniería de la construcción, Ampliación de hidrología superficial, Ampliación de hidrología subterránea, Recursos hídricos, Ingeniería Fluvial, Obras hidráulicas y aprovechamiento hidroeléctrico, etc.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

### **1:**

Tal y como se recoge en la competencia obligatoria de Formación Común C07 de la Memoria de Grado en Ingeniería Civil de la EUPLA, la principal competencia de esta asignatura será la de adquirir el conocimiento de los conceptos y los aspectos técnicos vinculados a los sistemas de conducciones en lamina libre.

### **2:**

Además, como competencias genéricas el alumno adquirirá:

G01. Capacidad de organización y planificación.

G02. Capacidad para la resolución de problemas.

G03. Capacidad para tomar decisiones.

G04. Aptitud para la comunicación oral y escrita de la lengua nativa

G05. Capacidad de análisis y síntesis

G06. Capacidad de gestión de la información

G07. Capacidad para trabajar en equipo

G08. Capacidad para el razonamiento crítico

G09. Capacidad para trabajar en un equipo de carácter interdisciplinar

G10. Capacidad de trabajar en un contexto internacional

G11. Capacidad de improvisación y adaptación para enfrentarse a nuevas situaciones

G12. Aptitud de liderazgo

G13. Actitud social positiva frente a las innovaciones sociales y tecnológicas

G14. Capacidad de razonamiento, discusión y exposición de ideas propias

G15. Capacidad de comunicación a través de la palabra y de la imagen

G16. Capacidad de búsqueda, análisis y selección de la información

G17. Capacidad para el aprendizaje autónomo.

G18. Poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel, que si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

G19. Aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y resolución de problemas dentro de su área de estudio.

G20. Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

G21. Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

G22. Desarrollar aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

G23. Conocer y comprender el respeto a los derechos fundamentales, a la igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres, la accesibilidad universal para personas con discapacidad, y el respeto a los valores propios de la cultura de la paz y los valores democráticos.

G24. Fomentar el emprendimiento.

G25. Conocimientos en tecnologías de la información y la comunicación.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Esta asignatura tiene un marcado carácter ingenieril, es decir, ofrece una formación con contenidos de aplicación y desarrollo inmediato en el mercado laboral y profesional.

En particular, al finalizar esta materia, el alumno adquirirá:

- Conocimientos de las leyes generales de los fluidos en movimiento y de los aspectos técnicos vinculados a los sistemas de conducciones en lámina libre.
- Conocimiento para el cálculo detallado del trazado vertical de la superficie libre de un canal, o perfil de flujo.
- Conocimientos básicos sobre el ciclo hidrológico, los conceptos de precipitación, pérdidas hidrológicas y estimación del caudal máximo a través del método racional.
- Conocimientos básicos sobre las leyes del flujo en medio poroso.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

La evaluación es elemento básico en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que el único mecanismo que permite, en cualquier momento de un período educativo, detectar el grado de consecución de los resultados de aprendizaje propuestos y, si procede, aplicar las correcciones precisas.

Al comienzo de la asignatura el alumno elegirá una de las dos siguientes metodologías de evaluación:

- Sistema de evaluación continua: caracterizada por la obligatoriedad de realizar y superar las pruebas prácticas, exámenes parciales y trabajos académicos propuestos en la asignatura, dentro de los plazos establecidos para este fin. En este caso, el alumno no tiene que hacer un examen global.
- Prueba global de evaluación final: caracterizada por no realizar o no superar las pruebas prácticas, exámenes parciales o trabajos académicos propuestos en la asignatura. En este caso, el alumno tiene que hacer un examen final y global obligatoriamente.

#### **Sistema de evaluación continua.**

Siguiendo el espíritu de Bolonia, en cuanto al grado de implicación y trabajo continuado del alumno a lo largo del curso, la evaluación de la asignatura contempla el sistema de evaluación continua como el más acorde para estar en consonancia con las directrices marcadas por el nuevo marco del EEES.

En el modelo de evaluación continua el profesor evaluará la asistencia del alumno en las clases presenciales y

la habilidad en la resolución de problemas que el profesor proporcionará con las prácticas. Por último, el alumno deberá realizar y superar dos pruebas escritas parciales (“exámenes de evaluación continua”) a lo largo de la asignatura.

La siguiente tabla resume los pesos orientativos de las partes citadas en el proceso de evaluación. Como se puede observar el peso de los exámenes supone ya un posible 100% de la evaluación continua. Eso permite a los alumnos subir la nota final con las actividades de asistencia y prácticas. Cada una de las partes superadas en la asignatura, no deberá volver a ser evaluada durante ese curso académico.

Todo alumno, que no asista a clase o que no supere los mínimos necesarios exigidos de las pruebas prácticas, exámenes o trabajos académicos propuestos en la asignatura, pasará automáticamente al modelo de evaluación no continua.

| Actividad de evaluación                | Ponderación |
|----------------------------------------|-------------|
| Participación actividades presenciales | 2.5%        |
| Prácticas                              | 5%          |
| I Examen de evaluación continua        | 70%         |
| II Examen de evaluación continua       | 22.5%       |

Pesos del proceso de evaluación continua.

#### Prueba global de evaluación final.

El alumno deberá optar por esta modalidad cuando, por su coyuntura personal, no pueda adaptarse al ritmo de trabajo requerido en el modo de evaluación continua. En este caso, la evaluación consta de una prueba única de teoría y práctica sobre todo el contenido de la asignatura. A la nota relativa al examen global se sumará la nota relativa a la evaluación de actividades presenciales y la práctica.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

#### El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La metodología docente de la asignatura de Ampliación de Ingeniería Hidráulica e Hidrología se basa en una fuerte interacción profesor/alumno. Esta interacción se materializa por medio de un reparto de trabajo/responsabilidades entre alumnado y profesores. En particular, la metodología docente de esta asignatura se basa en una serie de actividades organizadas y dirigidas desde el profesor hacia el alumno y de carácter presencial, en las cuales se impartirán los conceptos básicos que el alumno consolidará mediante la realización de prácticas tutorizadas, también de carácter presencial.

Además, en las sesiones prácticas se propondrán actividades autónomas para que el alumno aborde su resolución de manera no dirigida, cuya resolución tendrá lugar en las siguientes sesiones prácticas o durante tutorías personalizadas o de grupo. Según lo expuesto, la metodología docente prevé el desarrollo de las siguientes actividades:

1. *Actividades presenciales:*
  - a. *Clases sobre argumentos teóricos:* se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura.
  - b. *Clases sobre problemas:* se desarrollarán ejemplos prácticos y problemas en clase.
  - c. *Prácticas tutorizadas:* los alumnos desarrollarán ejemplos y realizarán problemas o casos prácticos referentes a los conceptos teóricos estudiados.

2. **Actividades autónomas tutorizadas:** Estas actividades se desarrollan de forma autónoma por los alumnos bajo la supervisión del profesorado de la asignatura. El alumno tendrá a disposición un dossier de exámenes resueltos y podrá asistir a tutorías presenciales o de grupo para profundizar sobre la resolución de los problemas de exámenes.
3. **Actividades de refuerzo:** A través del portal virtual de enseñanza (Moodle) o del correo electrónico de la Universidad de Zaragoza, el profesorado de la asignatura desarrollará, para casos concretos en los cuales no se puede aplicar tutoría convencional, actividades de soporte y ayuda para los alumnos que lo necesitaran resolviendo dudas o proporcionando soluciones a problemas inherentes a los argumentos del temario.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

### 1:

Implica la participación activa del alumnado, de tal manera que para la consecución de los resultados de aprendizaje se desarrollarán, sin ánimo de redundar en lo anteriormente expuesto, las actividades siguientes:

- Clases expositivas: Son clases sobre argumentos teóricos o sobre resolución de problemas impartidas de forma fundamentalmente expositiva por parte del profesor.
- Seminarios/talleres: Actividades de discusión teórica o preferentemente prácticas realizadas en aula o en otros foros por parte de profesores visitantes o en general ponentes no perteneciente al cuadro de profesores de la asignatura.
- Prácticas de laboratorio: Actividades prácticas realizadas en los laboratorios bajo tutoría del profesorado de la asignatura, a las cuales seguirán actividades autónomas por parte de los alumnos.
- Visitas: Visitas didácticas (guiadas por el profesorado de la asignatura) relacionadas a los temas desarrollados a lo largo de la asignatura.
- Tutorías individuales: podrán ser presenciales o virtuales a través del portal virtual de enseñanza (Moodle) o del correo electrónico de la Universidad de Zaragoza.
- Tutorías grupales: Actividades enfocadas al aprendizaje por parte del alumnado desarrolladas por el profesor que se reúne con un grupo de estudiantes para resolver dudas de grupo o desarrollar resoluciones de exámenes o de problemas de interés común.

La asignatura consta de 6 créditos ECTS, lo cual representa 150 horas de trabajo del alumno en la asignatura durante el semestre. El 40% de este trabajo (60 h.) se realizará en el aula, y el resto será autónomo. Un semestre constará de 15 semanas lectivas. Para realizar la distribución temporal se utiliza como medida la semana lectiva, en la cual el alumno debe dedicar al estudio de la asignatura 10 horas.

Un resumen de la distribución temporal orientativa de una semana lectiva puede verse en la tabla siguiente. Estos valores se obtienen de la ficha de la asignatura de la Memoria de Verificación del título de grado.

| Actividad                                        | Horas semana lectiva |
|--------------------------------------------------|----------------------|
| Clases sobre argumentos teóricos                 | 2-3 horas            |
| Clases sobre resolución de problemas y prácticas | 2-1 horas            |
| Actividades autónomas                            | 6 horas              |

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las fechas de los dos exámenes finales serán las publicadas de forma oficial en <http://www.eupla.es/secretaria/academica/examenes.html>.

Durante la primera de estas fechas se desarrollarán una *prueba global de evaluación final* y el *II examen de evaluación continua*, respectivamente para los alumnos que hayan optado para evaluación no continua y continua (véase apartado “*Actividades de Evaluación*” a continuación).

Para los alumnos que opten por el sistema de evaluación continua, el I examen de evaluación continua se hará el día **08/05/2014**, mientras el II examen de evaluación continua se celebrará durante la última semana de clase, el día **29/05/2014**.

La práctica se desarrollará a lo largo del semestre, estando fijada la siguiente fecha como día límite para la entrega de la misma:

• **Prueba 1: 29/05/2014**

El primer examen de evaluación continua, a realizarse durante los primeros tres meses del semestre, consistirá en una prueba escrita sobre temas teóricos (aproximadamente 20%) y problemas (aproximadamente 80%) de los Temas 1 y 2.

El segundo examen de evaluación continua, se realizará en la misma fecha del examen global (evaluación no continua) y consistirá en una prueba escrita sobre argumentos teóricos (aproximadamente 20%) y problemas (aproximadamente 80%) de los Temas 3, 4 y 5.

El examen global de evaluación no continua se realizará al final del semestre según el calendario oficial del centro y consistirá en una prueba escrita sobre argumentos teóricos (aproximadamente 20%) y problemas (aproximadamente 80%) de todos los temas tratados en clase.

## Contenidos

### Contenidos de la asignaturas indispensables para la obtención de los resultados de aprendizaje.

Las pautas seguidas para elaborar los contenidos han sido las siguientes:

- Se respetaron los contenidos propuestos en la memoria de verificación.
- Se desarrolló un temario cuyos capítulos concuerdan en general con los títulos de los apuntes de curso que se proporcionarán a los alumnos.

El programa de la asignatura se estructura en torno a dos componentes de contenidos complementarios:

- Temas teóricos
- Problemas y prácticas

### Contenidos teóricos

La elección del contenido de las diferentes unidades didácticas se ha realizado buscando la clarificación expresa del objetivo terminal de modo que con la unión de conocimientos incidentes, el alumno/a obtenga un conocimiento estructurado, asimilable con facilidad para los Ingenieros/as Civiles.

Los contenidos teóricos se articulan en base a cinco unidades didácticas indicadas en la tabla a continuación que constituyen bloques indivisibles de tratamiento, dada la configuración de la asignatura que se programa. Dichos temas recogen los contenidos necesarios para la adquisición de los resultados de aprendizaje predeterminados.

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tema 1</b> | <b>Flujo en lámina libre</b><br>Definición del flujo en lámina libre, canales y parámetros característicos del flujo en lámina libre, clasificación del flujo en lámina libre, Ecuaciones del flujo en lámina libre, hipótesis previas a la deducción de las ecuaciones de Saint Venant, Ecuación de continuidad, ecuación de conservación de la cantidad de movimiento, Número de Froude, Simplificaciones de las ecuaciones de Saint Venant, Régimen permanente gradualmente variado (RPGV), régimen permanente uniforme (RPU), Energía específica, Calado crítico, Energía crítica y calado crítico en un canal rectangular, Calado normal, Fórmula de Manning en canales sencillos y canales compuestos, Eficiencia de una sección, Curvas de capacidad de secciones simples para RPU, Curvas de remanso para RPGV, Integración numérica de la ecuación del RPGV, Cambios de régimen, Teoría del resalto hidráulico, fórmulas práctica para resaltos, Resaltos en canales rectangulares, Tipos de Resaltos. Flujo no permanente espacialmente variado. |
| <b>Tema 2</b> | <b>Estructuras hidráulicas y mediciones de caudales</b><br>Definiciones sobre orificios, Cálculo del caudal desaguado por orificios, Definiciones sobre vertederos, Cálculo del caudal desaguado por vertederos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Tema 3</b> | <b>Modelo reducidos</b><br>Consideraciones generales, Análisis dimensional, Ecuaciones de semejanza (teorema de Buckingham).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Tema 4</b> | <b>Introducción al ciclo hidrológico</b><br>Introducción al ciclo hidrológico, precipitación, pérdidas hidrológicas, método racional.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



|               |                                                                                                                                                                                              |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tema 5</b> | <b>Introducción a la hidrología subterránea</b><br>Definiciones básicas en hidrología subterránea, Características del flujo subterráneo, Ley de Darcy, Medio saturado y no saturado, pozos. |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Contenidos de problemas y prácticas

La mayoría de los temas citados en la sección anterior llevan asociados enunciados de problemas y sus resoluciones. El tema 1 lleva asociada una práctica de laboratorio.

|                         |                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Problemas Tema 1</b> | Problemas sobre cálculo de calado normal, calado crítico, RPU, RPGV, resalto hidráulico.                                                                                             |
| <b>Problema Tema 2</b>  | Problemas sobre orificios, vertederos, sifones.                                                                                                                                      |
| <b>Problema Tema 3</b>  | Problemas sobre el análisis dimensional y el Teorema de Buckingham.                                                                                                                  |
| <b>Práctica Tema 1</b>  | <b>Perfiles el lamina libre y resalto hidráulico</b><br>Práctica de laboratorio sobre hidráulica de canales abiertos analizando perfiles en régimen permanente gradualmente variado. |

## Recursos

### Materiales

| Material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Soporte           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Apuntes y dossier de exámenes resuelto.<br>Los materiales que se van a suministrar al alumno durante el desarrollo de la asignatura van a consistir principalmente en los apuntes de curso con los temas de teoría, los enunciados y las resoluciones de los ejercicios prácticos y un dossier de exámenes resueltos. Todo este material se suministra al alumnado a través del servicio de reprografía de la Escuela. | Papel/Repositorio |
| Otro tipo de documentación como la presentación en power point de la asignatura, la guía docente de la misma, el texto de las prácticas, etc. se suministrará al alumnado a través de la Plataforma Moodle de la Universidad de Zaragoza.                                                                                                                                                                              | Web/Moodle        |

## Bibliografía

### Bibliografía

Además de los apuntes proporcionados por el profesor, se tendrá en cuenta la siguiente bibliografía básica, para consulta del alumno/a.

- Citrini D. y Nosedá G. (1987). *Idraulica*. Casa Editrice Ambrosiana. Milano, Italia.
- Chadwick, A.T. y Morfett J.C. (1986). *Hydraulics in Civil Engineering*. Allen and Unwin. Reino Unido, London.
- Escribá Bonafé D. *Hidráulica para Ingenieros*. Librería Editorial Bellisco.
- Gribbin J. (2007). *Introduction to Hydraulics and Hydrology with application for Stormwater Management*. III Edición. Thomson Delmar Learning.
- Lázaro López A. (1997). *Manual de Hidráulica*. Ed. Publicaciones Universidad de Alicante.
- Nanía L. y Gómez M. *Ingeniería Hidrológica*. Ed. Grupo Editorial Universitario (2004).
- Puertas J. y Sánchez Juny M. (2001) *Hidráulica*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones.
- Sánchez Juny M., Bladé E. y Puertas J. (2005). *Hidràulica*. Aula Politècnica. Tecnología Civil. Edicions UPC.
- Srivastava Rajesh (2008). *Flow through open channels*. Oxford University Press.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Chadwick, Andrew J.. Hydraulics in civil engineering / A.J. Chadwick, J.C. Morfett. - 1 publi London : Allen & Unwin, 1986
- Duilio Citrini, Giorgio Nosedà. Idraulica CEA, 1987
- Escribà Bonafé, Domingo. Hidráulica para ingenieros / Domingo Escribà Bonafé . - [1a. ed.] Madrid : Belliso, 1988
- Gribbin, John E.. Introduction to hydraulics and hydrology with applications for stormwater management / John E. Gribbin, P.E. - 3rd ed New York [etc.] : Thomson Delmar Learning, cop. 2007
- López Andrés, Lázaro. Manual de hidráulica / Lázaro López Andrés Alicante : Universidad de Alicante, 1997
- Nanía, Leonardo S.. Ingeniería hidrológica / Leonardo S. Nanía, Manuel Gómez Valentín . - 2ª ed. Granada : Grupo Editorial Universitario, D.L. 2006
- Russo, B.. Apuntes de la asignatura Fundamentos de Ingeniería Hidráulica. 1ª ed La Almunia: EUPLA.
- Sánchez-Juny, Martí. Hidráulica / Martí Sánchez-Juny, Ernest Bladé, Jerónimo Puertas . - 1ª ed. Barcelona : Edicions UPC, 2005
- Srivastava , Rajesh. Flow through open channels /? Rajesh Srivastava. . - 1st edit Oxford ; New York : Oxford University Press, 2008.