



1. DATOS GENERALES

Asignatura: MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA DEL AGUA**Código:** 310815**Tipología:** OPTATIVA**Créditos ECTS:** 4.5**Grado:** 2343 - MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**Curso académico:** 2021-22**Centro:** 603 - E.T.S. INGENIERIA DE CAMINOS DE C. REAL**Grupo(s):** 20**Curso:** 2**Duración:** Primer cuatrimestre**Lengua principal de impartición:** Español**Segunda lengua:** Inglés**Uso docente de otras lenguas:****English Friendly:** N**Página web:****Bilingüe:** N

Profesor: LAURA ASENSIO SANCHEZ - Grupo(s): 20				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Edif. Politécnica 2D-56	INGENIERÍA CIVIL Y DE LA EDIFICACIÓN	926052472	laura.asensio@uclm.es	Se fijará al inicio del cuatrimestre
Profesor: ALVARO GALAN ALGUACIL - Grupo(s): 20				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
A43	INGENIERÍA CIVIL Y DE LA EDIFICACIÓN	926051927	alvaro.galan@uclm.es	Se fijará al inicio del cuatrimestre

2. REQUISITOS PREVIOS

Se recomienda tener conocimientos básicos de los siguientes aspectos:

- Obras Hidráulicas y Aprovechamientos Hidroeléctricos
- Ingeniería Hidráulica e Hidrológica
- Hidrogeología
- Puertos y Costas
- Análisis Numérico

3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

Los métodos numéricos están ampliamente extendidos en multitud de campos de la Ingeniería, haciendo imprescindible no solo el conocimiento de software específico de cálculo, sino también la comprensión de los cálculos y procedimientos que en ellos se dan, posibilitando la comprensión de los resultados y el análisis objetivo de los mismos.

4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
AFC1	Capacidad para 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, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la ingeniería civil.
AFC2	Comprensión y dominio de las leyes de la termomecánica de los medios continuos y capacidad para su aplicación en ámbitos propios de la ingeniería como son la mecánica de fluidos, la mecánica de materiales, la teoría de estructuras, etc.
CB06	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB09	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
G01	Capacidad científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.
G25	Capacidad para identificar, medir, enunciar, analizar y diagnosticar y describir científica y técnicamente un problema propio del ámbito de la ingeniería civil
IAMA5	Capacidad para plantear y resolver numéricamente problemas aplicados a ingeniería del agua y, en particular, capacidad para interpretar de una manera crítica y objetiva los resultados obtenidos mediante la utilización de diferentes métodos numéricos y formas de resolución.
TE05	Capacidad para realizar el cálculo, la evaluación, la planificación y la regulación de los recursos hídricos, tanto de superficie como subterráneos.

5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Resultados de aprendizaje propios de la asignatura**Descripción**

Entender las propiedades de los métodos numéricos, su convergencia y estabilidad

Desarrollar una actitud crítica a la hora de interpretar los resultados obtenidos con diferentes software de cálculo numérico

Decidir, para cada problema en particular, el método numérico que más se ajuste a las necesidades

Usar y desarrollar métodos numéricos aplicados a problemas reales en el campo de la Ingeniería del Agua

Comprender el comportamiento básico de diferentes métodos numéricos, su potencial y sus limitaciones

6. TEMARIO

Tema 1: Tipos de modelos en Ingeniería del Agua

Tema 1.1 Modelos físicos

Tema 1.2 Modelos matemáticos

Tema 2: Introducción a los modelos matemáticos

Tema 2.1 Discretización espacial. Tipologías de mallado

Tema 2.2 Condiciones de contorno y condiciones iniciales

Tema 2.3 Métodos numéricos: diferencias finitas (FD) y volúmenes finitos (FV)

Tema 2.4 Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)

Tema 2.5 Discretización temporal: métodos explícitos e implícitos

Tema 2.6 Convergencia y estabilidad. Limitaciones

Tema 2.7 Calibración de modelos

Tema 3: Modelos numéricos en hidráulica de ríos

Tema 3.1 Ecuaciones de gobierno

Tema 3.2 Transporte de sedimentos y contaminantes

Tema 3.3 Modelos 2D en hidráulica fluvial y mapas de inundabilidad

Tema 4: Modelos numéricos en la zona costera

Tema 4.1 Ecuaciones de gobierno

Tema 4.2 Modelos de propagación de oleaje

Tema 4.3 Modelado costero

Tema 5: Modelos numéricos en hidrología superficial y subsuperficial

Tema 5.1 Escorrentía superficial: producción y propagación

Tema 5.2 Flujo en medio poroso

Tema 5.3 Modelos de transporte de contaminantes en medio poroso

Tema 6: Modelos numéricos en estructuras hidráulicas

Tema 6.1 Ecuaciones de gobierno en CFD

Tema 6.2 Modelos de condiciones de pared

Tema 6.3 Modelos heterogéneos de flujos agua-aire

Tema 7: Aplicaciones prácticas de los modelos numéricos estudiados

7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA

Actividad formativa	Metodología	Competencias relacionadas (para títulos anteriores a RD 822/2021)	ECTS	Horas	Ev	Ob	Descripción
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL]	Método expositivo/Lección magistral	AFC1 AFC2 CB06 G01 G25 IAMA5 TE05	1.15	28.75	N	-	
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]	Trabajo autónomo	AFC1 G01 G25 IAMA5	1	25	N	-	
Análisis de artículos y recensión [AUTÓNOMA]	Lectura de artículos científicos y preparación de recensiones	AFC1 CB06 G01 G25 IAMA5	0.6	15	N	-	Lectura y debate sobre artículos científicos necesarios para elaboración del trabajo final.
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA]	Aprendizaje basado en problemas (ABP)	G25	1.55	38.75	S	S	Se realizará un trabajo de aplicación práctica de un método numérico para resolver algunos de los problemas planteados durante las clases. Se entregará una memoria única explicando tanto el método numérico implementado como los resultados obtenidos de su aplicación.
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL]	Otra metodología	CB09 G25	0.06	1.5	S	S	Presentación oral y debate sobre el trabajo final realizado por el alumno.
Prueba final [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	AFC1 G01 G25	0.04	1	S	S	Examen de los contenidos desarrollados durante el curso.
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL]	Resolución de ejercicios y problemas		0.1	2.5	S	N	Ejercicios de clase para la valoración del aprovechamiento. Actividad no recuperable
Total:			4.5	112.5			
Créditos totales de trabajo presencial: 1.35			Horas totales de trabajo presencial: 33.75				
Créditos totales de trabajo autónomo: 3.15			Horas totales de trabajo autónomo: 78.75				

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES

Sistema de evaluación	Evaluación continua	Evaluación no continua*	Descripción
Realización de actividades en aulas de ordenadores	25.00%	0.00%	Resolución de los problemas propuestos durante el curso y aprovechamiento y actitud en clase (AC)

Trabajo	30.00%	35.00%	Trabajo final realizado por el alumno para la simulación numérica de algunos de los ejemplos propuestos. (MF)
Presentación oral de temas	20.00%	25.00%	Presentación y defensa del trabajo realizado (PF)
Prueba final	25.00%	40.00%	Examen escrito de los contenidos teóricos desarrollados durante el curso (EF)
Total:	100.00%	100.00%	

* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 4 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 12.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias).

Criterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:

Evaluación continua:

Para aprobar la asignatura deben cumplirse los siguientes criterios:

- a) MF, PF, EF ≥ 4.0
- b) $0.25 \cdot AC + 0.30 \cdot MF + 0.20 \cdot PF + 0.25 \cdot EF \geq 5.0$

El formato, extensión máxima y contenidos de las memorias se detallarán al inicio de la asignatura. No se guardan notas de un curso académico para otro.

Evaluación no continua:

Por defecto, los estudiantes están en sistema de evaluación continua.

Quien elija optar por la evaluación no continua deberá avisar al profesorado de la asignatura antes de la finalización del periodo de clases correspondiente a dicha asignatura y sólo podrá hacerlo si su participación en actividades evaluables (del sistema de evaluación continua) no alcanza el valor del 50% de la evaluación total de la asignatura.

En convocatoria extraordinaria, cada estudiante estaría en el mismo sistema de evaluación (continua o no continua) que en la convocatoria ordinaria

Para aprobar la asignatura deben cumplirse los siguientes criterios:

- a) MF, PF, EF ≥ 4.0
- b) $0.35 \cdot MF + 0.25 \cdot PF + 0.40 \cdot EF \geq 5.0$

Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

Se aplicarán los mismos criterios que en convocatoria ordinaria, pudiendo evaluarse de nuevo de todo menos AC

Particularidades de la convocatoria especial de finalización:

Se aplicarán los mismos criterios que en evaluación no continua

9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL	
No asignables a temas	
Horas	Suma horas
Tema 1 (de 7): Tipos de modelos en Ingeniería del Agua	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	1.5
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	1
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	1
Tema 2 (de 7): Introducción a los modelos matemáticos	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	8.5
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	5
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	1
Tema 3 (de 7): Modelos numéricos en hidráulica de ríos	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	5.5
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	3
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	.5
Tema 4 (de 7): Modelos numéricos en la zona costera	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	6
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	3
Tema 5 (de 7): Modelos numéricos en hidrología superficial y subsuperficial	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	6
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	3
Tema 6 (de 7): Modelos numéricos en estructuras hidráulicas	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	1.25
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	10
Análisis de artículos y recensión [AUTÓNOMA][Lectura de artículos científicos y preparación de recensiones]	15
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje basado en problemas (ABP)]	38.75
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Otra metodología]	1.5
Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	1
Actividad global	
Actividades formativas	Suma horas

Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	28.75
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	25
Análisis de artículos y recensión [AUTÓNOMA][Lectura de artículos científicos y preparación de recensiones]	15
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje basado en problemas (ABP)]	38.75
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Otra metodología]	1.5
Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	1
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2.5
Total horas: 112.5	

10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS						
Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población	ISBN	Año	Descripción
Larsson, Stig	Partial differential equations with numerical methods	Springer		3-540-01772-0	2003	
E.G. Lappala; R.W. Healy; E.P. Weeks	Documentation of computer program VS2D to solve the equations of fluid flow in variably saturated porous media http://pubs.er.usgs.gov/publication/wri834099	U.S. Geological Survey	Reston, Virginia		1987	
LeVeque, Randall J.	Finite volume methods for hyperbolic problems	Cambridge University Press		0-521-00924-3	2002	
Mary P. Anderson; William W. Woessner	Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport	Academic Press;		978-0120594856	1991	
Michael G. McDonald; Arlen W. Harbaugh	A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model http://pubs.usgs.gov/twri/twri6a1/	U.S. Geological Survey	Reston, Virginia		1988	
Peter S. Huyakorn; George F. Pinder	Computational Methods in Subsurface Flow	Academic Press Inc		978-0123634801	1983	
Toro, Eleuterio F.	Shock-capturing methods for free-surface shallow flows	John Wiley		0-471-98766-2	2001	
Zheng, Chunmiao	Applied contaminant transport modeling	Wiley-Interscience		0-471-38477-1	2002	
Akai, Terrence J.	Métodos numéricos aplicados a la ingeniería	Limusa		968-18-5049-1	2000	
Arlen D. Feldman, Editor	Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Technical%20Reference%20Manual_(CPD-74B).pdf	U.S. Army Corps of Engineers	Davis, California		2000	
Chandrupatla, Tirupathi R.	Introduction to finite elements in engineering	Prentice-Hall International		0132733196	1997	
Chapra, Steven C.	Applied numerical methods with MATLAB for engineers and scie	McGraw-Hill		978-0-07-125921-7	2008	
Chapra, Steven C.	Applied numerical methods with MATLAB for engineers and scie	McGraw-Hill		978-0-07-125921-7	2008	
Chapra, Steven C.	Métodos numéricos para ingenieros	McGraw-Hill		978-970-10-6114-5	2007	
Chavarriga Soriano, Javier	Manual de métodos numéricos	Universidad. Edicions		84-8409-998-9	1999	