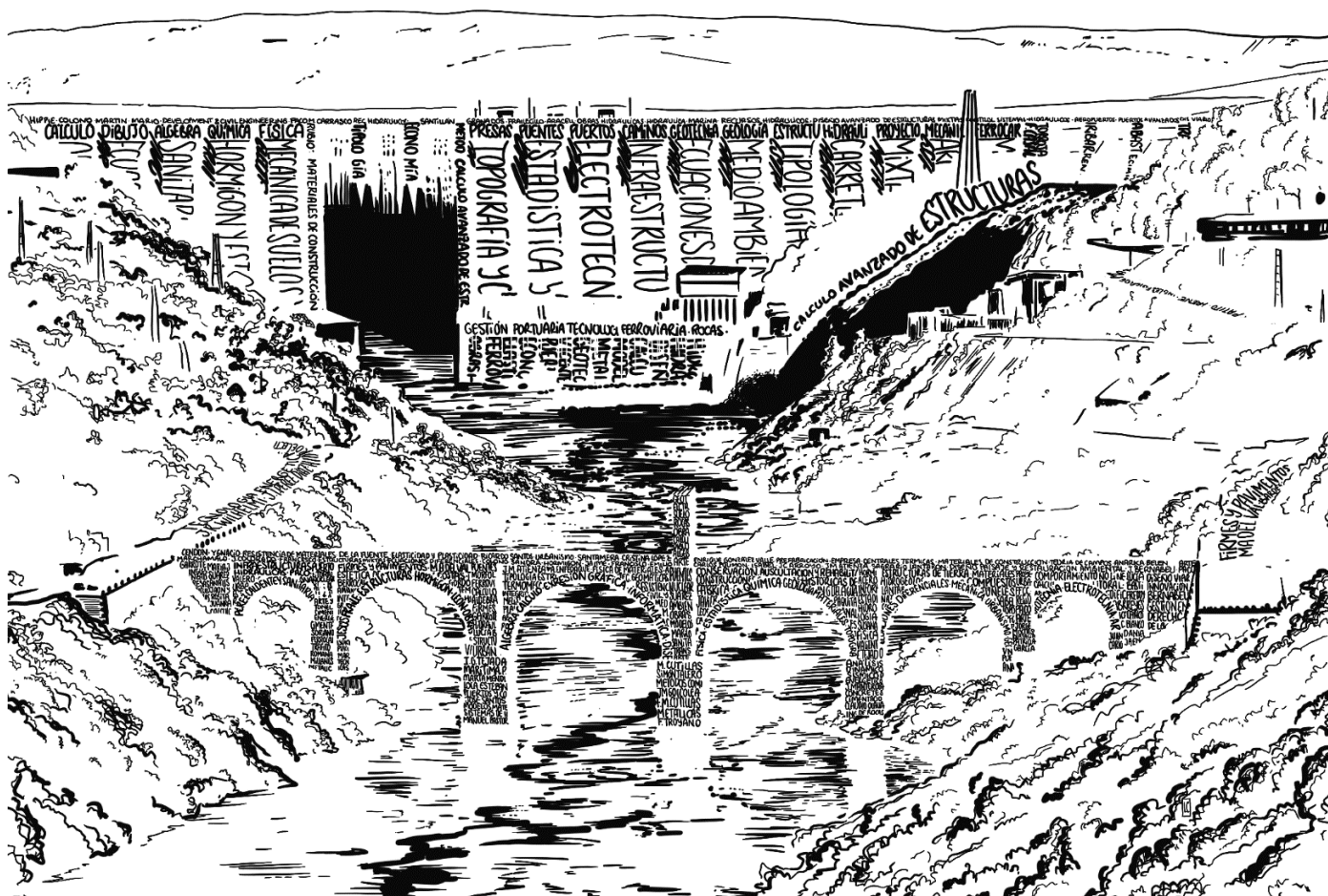


2023-24

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Tomo I: MÓDULO OBLIGATORIO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Guía de Aprendizaje

del curso académico

2023-24

de las asignaturas contenidas en el plan de estudios conducente a la
obtención del título oficial de máster en

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

El presente documento contiene la programación docente del curso 2023-24 correspondiente a las asignaturas del plan de estudios del título de Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Este título de máster, de dos años, se inició en el curso 2014-15, se ha implantado de forma progresiva en los cursos siguientes, quedando completamente implantado en el curso 2015-16.

Este documento se elabora a modo de guía para el alumno. Contiene, en su primera parte, una breve descripción del plan de estudios, el calendario académico y el horario de las asignaturas. En su segunda parte, la más extensa, se incluye de forma separada la Guía de Aprendizaje de cada una de las asignaturas que se imparten este curso académico.

Debido a su extensión, el documento se ha dividido en dos tomos. En el primero se recoge el módulo obligatorio, que incluye las asignaturas comunes y el Trabajo Fin de Máster. Y en el segundo aparece el módulo optativo, que incluye las asignaturas optativas agrupadas según cuatro especialidades.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Guía de Aprendizaje

del curso académico

2023-24de las asignaturas contenidas en el plan de estudios conducente a la
obtención del título oficial de máster en

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Índice

Tomo I

Índice	5
Plan de estudios.....	7
Calendario académico	13
Exámenes.....	17
Horario de clases	19
Primer Semestre	25
Ingeniería Marítima, Puertos y Costas	25
Ingeniería y Territorio	40
Modelos Matemáticos para Sistemas de Ingeniería Civil.....	51
Sistemas de Abastecimiento y Saneamiento	60
Sistemas de Transporte.....	69
Termomecánica de Medios Continuos	78
Segundo Semestre	88
Economía.....	88
Elasticidad Aplicada	95
Hidráulica Técnica.....	103
Métodos Computacionales en Ingeniería Civil.....	113
Recursos Hidráulicos.....	120
Sistemas Ferroviarios.....	130
Tercer Semestre	138
Ingeniería Geotécnica	138
Obras hidráulicas	146
Planificación y gestión de carreteras.....	156
Sistemas Energéticos.....	166
Tipología Estructural.....	173
Cuarto Semestre	181
Trabajo Fin de Máster	181

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Guía de Aprendizaje

del curso académico
2023-24

de las asignaturas contenidas en el plan de estudios conducente a la
obtención del título oficial de máster en

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Plan de estudios

La Memoria del plan de estudios del título oficial de Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid fue verificada por ANECA con informe favorable de 25/JUN/2013. El plan, que cumple los requisitos de la Orden Ministerial CIN/309/2009 (BOE del 18 de febrero), habilita para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (ICCP).

El aprendizaje está organizado en cuatro semestres, cada uno de 30 créditos. El plan cuenta con cuatro menciones diferentes (especialidades) donde se agrupan las asignaturas optativas que el alumno debe elegir durante el tercer y cuarto semestres:

- Especialidad Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
- Especialidad Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
- Especialidad Transportes, Territorio y Urbanismo
- Especialidad Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras

En la tabla siguiente se muestran las materias y asignaturas que conforman el plan de estudios, indicando los créditos europeos correspondientes y el semestre en que se imparten.

El Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos da acceso a los dos programas de Doctorado que se imparten en la Escuela (*Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil* y *Doctorado en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*). Las asignaturas optativas que se indican en la guía como formación predoctoral son válidas como créditos formativos de admisión a dichos programas.

Organización de las materias del plan de estudios					
Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas	Créd.	Semestre
1. Materias comunes (obligatorias)					
Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil	Formación científica	7,5	Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil	7,5	1º
Termomecánica de medios continuos	Formación científica	4,5	Termomecánica de medios continuos	4,5	1º
Ingeniería y territorio	Tecnología específica	4,5	Ingeniería y territorio	4,5	1º
Sistemas de abastecimiento y saneamiento	Tecnología específica	4,5	Sistemas de abastecimiento y saneamiento	4,5	1º
Puertos y costas	Tecnología específica	4,5	Ingeniería marítima, puertos y costas	4,5	1º
Sistemas de transporte	Tecnología específica	4,5	Sistemas de transporte	4,5	1º
Economía aplicada	Obligatoria	3	Economía	3	2º
Recursos hidráulicos	Tecnología específica	4,5	Recursos hidráulicos	4,5	2º
Hidráulica técnica	Formación científica	6	Hidráulica técnica	6	2º
Elasticidad aplicada	Tecnología específica	6	Elasticidad aplicada	6	2º
Métodos computacionales en ingeniería civil	Obligatoria	6	Métodos computacionales de ingeniería civil	6	2º
Sistemas ferroviarios	Obligatoria	4,5	Sistemas ferroviarios	4,5	2º
Sistemas energéticos	Obligatoria	3	Sistemas energéticos	3	3º
Planificación y gestión de carreteras	Obligatoria	4,5	Planificación y gestión de carreteras	4,5	3º
Tipología estructural	Obligatoria	3	Tipología estructural	3	3º
Obras hidráulicas	Obligatoria	6	Obras hidráulicas	6	3º
Ingeniería geotécnica	Obligatoria	4,5	Ingeniería geotécnica	4,5	3º
Trabajo fin de máster	Trabajo fin de máster	12	Trabajo fin de máster	12	4º
TOTAL créditos		93		93	

Organización de las materias del plan de estudios					
Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas	Créd.	Semestre
2. Materias de la mención de Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales					
Submódulo mención Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Optativas	81	Morfología de puentes (NOTA 5)	4,5	3º
			Análisis experimental de estructuras (NOTA 2)	4,5	3º
			Cálculo avanzado de estructuras	4,5	3º
			Ingeniería de rocas (NOTA 5)	4,5	3º
			Integridad estructural (NOTA 5)	4,5	3º
			Comportamiento no lineal de estructuras (NOTA 5)	4,5	4º
			Proyecto, cálculo y construcción de puentes (NOTA 2) (NOTA 5)	4,5	4º
			Análisis y diseño avanzado de estructuras de acero y mixtas	4,5	4º
			Análisis y diseño avanzado de estructuras de hormigón (NOTA 2) (NOTA 5)	4,5	4º
			Análisis dinámico y sísmico de estructuras (NOTA 2) (NOTA 5)	4,5	4º
			Estructuras de tierra (NOTA 5)	4,5	4º
			Ingeniería geológica (NOTA 5)	4,5	4º
			Técnicas geomáticas en ingeniería civil	4,5	4º
			Durabilidad e innovación de materiales de construcción (NOTA 5)	4,5	4º
			Innovación en procedimientos especiales de construcción (NOTA 5)	4,5	4º
			Materiales compuestos estructurales (NOTA 2) (NOTA 5)	4,5	4º
			Conservación, auscultación y rehabilitación estructural (NOTA 5)	4,5	4º
			Análisis estructural de construcciones históricas de fabrica	4,5	4º
TOTAL créditos de la mención de Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales		81		81	

Organización de las materias del plan de estudios				
Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas	Créd. Semestre
3. Materias de la mención de Hidráulica, Energía y Medio Ambiente				
Submódulo mención Hidráulica, Energía y Medio Ambiente	Optativas	45	Ingeniería hidroeléctrica	4,5 3º
			Ingeniería nuclear y medio ambiente	4,5 3º
			Diseño en Ingeniería Civil	4,5 3º
			Introducción a las técnicas de optimización (NOTA 2)	4,5 3º
			Control de sistemas hidráulicos (NOTA 4)	4,5 4º
			Ingeniería hidráulica ambiental	4,5 4º
			Programación de la Generación Hidroeléctrica (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5 4º
			Presas (NOTA 4)	4,5 4º
			Energías marinas (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5 4º
			Aprovechamientos energéticos en ingeniería sanitaria	4,5 4º
TOTAL créditos de la mención de Hidráulica, Energía y Medio ambiente		45	45	
4. Materias de la mención de Transportes, Territorio y Urbanismo				
Submódulo mención Transportes, Territorio y Urbanismo	Optativas	40,5	Gestión portuaria	4,5 3º
			Técnicas de planificación territorial y sostenibilidad (NOTA 4)	4,5 3º
			Tecnología ferroviaria	4,5 3º
			Aeropuertos	4,5 4º
			Modelos de demanda de transporte (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5 4º
			Planificación y gestión urbana	4,5 4º
			Gestión de la circulación viaria	4,5 4º
			Diseño viario(NOTA 4)	4,5 4º
			Puertos avanzados (NOTA 2)	4,5 4º
TOTAL créditos de la mención de Transportes, Territorio y Urbanismo		40,5	40,5	

Organización de las materias del plan de estudios					
Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas	Créd.	Semestre
5. Materias de la mención de Financiación y Gestión de Proyectos e Infraestructuras					
Submódulo mención Financiación y Gestión de Proyectos e Infraestructuras	Optativas	45	Dirección y gestión integrada de proyectos	4,5	3º
			Evaluación económica y social de inversiones (NOTA 4)	4,5	3º
			Las colaboraciones público-privadas en infraestructuras, equipamientos y servicios (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5	3º
			Metodologías BIM de proyecto para la construcción inteligente	4,5	3º
			Derecho de la empresa	4,5	4º
			Financiación de infraestructuras y servicios (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5	4º
			Economía global y entorno internacional de la Empresa (NOTA 2)	4,5	4º
			Dirección y gestión empresarial	4,5	4º
			Cooperación al desarrollo de infraestructuras	4,5	4º
			Gestión y prevención de riesgos en ingeniería (NOTA 5)	4,5	4º
TOTAL créditos de la mención de Financiación y Gestión de Proyectos e Infraestructuras		45	45		
TOTAL CRÉDITOS DEL PLAN ESTUDIOS		120	120		

Notas

1. El módulo de asignaturas optativas que un alumno debe cubrir abarca 27 ECTS. El alumno puede elegir 6 optativas libremente combinando asignaturas de cualquier especialidad. No obstante, si elige 4 o más de la misma especialidad completará una intensificación en dicha especialidad que se hará constar en el Suplemento Europeo al título.
2. La asignatura se impartirá en inglés
3. La "movilidad" de los estudiantes tendrá lugar, en su caso, durante el tercer y cuarto semestres.
4. Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*
5. Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral.
6. Las prácticas en empresa curriculares se reconocerán por créditos optativos.

Para una mejor visualización, la figura siguiente muestra la secuencia temporal de las asignaturas del plan de estudios.

Figura 1. Secuenciación temporal de las asignaturas del máster.

IV-2º	OPCIÓN DE TECNOLOGÍA												TRABAJO FIN DE MÁSTER							
III-2º	SISTEMAS ENERGÉTICOS		ESPECIALIZADA						PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE CARRETERAS			TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL		OBRAS HIDRÁULICAS				INGENIERÍA GEOTÉCNICA		
II-1º	ECONOMÍA APLICADA		RECURSOS HIDRÁULICOS			HIDRÁULICA TÉCNICA			ELASTICIDAD APLICADA				MÉTODOS COMPUTACIONALES EN INGENIERÍA CIVIL				SISTEMAS FERROVIARIOS			
I-1º	MODELOS MATEMÁTICOS PARA SISTEMAS DE INGENIERÍA CIVIL					TERMOMECAÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS			INGENIERÍA Y TERRITORIO			SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO			PUERTOS Y COSTAS			SISTEMAS DE TRANSPORTE		
ECTS	1.5	3	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24	25.5	27	28.5	30

Finalmente, y a modo de resumen, en la siguiente tabla se muestra la distribución de los 120 créditos europeos del Plan de Estudios atendiendo al tipo de materias y su distribución por cursos.

Distribución de los créditos del plan de estudios					
Materia	Semestre				Suma
	1º	2º	3º	4º	
Formación científica <i>Orden Minist. CIN/309/2009</i>	12	6			18
Formación en tecnologías específicas <i>Orden Minist. CIN/309/2009</i>	18	10,5	13,5		42
Formación obligatoria de universidad <i>Propios del título</i>		13,5	7,5		21
Formación optativa de universidad <i>Propios del título</i>	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales		9	18	27
	Financiación y Gestión de Proyectos e Infraestructuras		9	18	27
	Hidráulica, Energía y Medio Ambiente		9	18	27
	Transportes, Territorio y Urbanismo		9	18	27
Trabajo fin de máster <i>Orden CIN/309/2009</i>				12	12
Total créditos europeos	30	30	30	30	120

Calendario académico

En los cuadros siguientes se muestra el calendario académico para el curso 2023-24 elaborado siguiendo las directrices de la UPM. Cada calendario está dividido en tres partes. Las dos primeras partes corresponden a los dos semestres de cada curso, que incluyen sus correspondientes períodos de exámenes ordinarios. La tercera parte corresponde al período de exámenes extraordinarios.

En la segunda columna del cuadro se indican las semanas a que se refieren los cronogramas de las Guías de Aprendizaje de las asignaturas.

Conviene destacar de forma singular los siguientes períodos del calendario académico:

Período ordinario de clases del primer semestre:

Desde el 5 de septiembre al 22 de diciembre de 2023. El final de las clases puede diferir de esta fecha en los diferentes cursos.

En el calendario se muestran en sombreado las fiestas no lectivas y los días sin clase por período de exámenes parciales.

Para compensar la desigualdad entre el número de clases de las distintas asignaturas, en el calendario se indican los días en que se modifica el horario.

Exámenes ordinarios del primer semestre:

Desde el 8 al 25 de enero de 2024.

Sobre el calendario se muestran los días que corresponden a cada examen.

Periodo de desmatriculación de asignaturas del segundo semestre:

Desde el 30 de enero al 5 de febrero de 2024.

Periodo de ampliación restringida de matrícula

Desde el 6 al 12 de febrero de 2024.

Período ordinario de clases del segundo semestre:

Desde el 30 de enero al 24 de mayo de 2024. El final de las clases puede diferir de esta fecha en los diferentes cursos.

En el calendario se muestran en sombreado las fiestas no lectivas y los días sin clase por período de exámenes parciales.

Para compensar la desigualdad entre el número de clases de las distintas asignaturas, en el calendario se indican los días en que se modifica el horario.

Exámenes ordinarios del segundo semestre:

Desde el 30 mayo al 15 de junio de 2024.

Sobre el calendario se muestran los días que corresponden a cada examen.

Exámenes extraordinarios del primer y segundo semestre:

Desde el 24 de junio al 13 de julio de 2024.

Sobre el calendario se muestran los días que corresponden a cada examen.

Año Académico 2023-24

Calendario Básico

PRIMER SEMESTRE

Inicio clases: 5 de sept. de 2023. Final clases: 22 de diciembre de 2023

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Septiembre	1	4	5	6	7	8	9	10
	2	11	12	13	14	15	16	17
	3	18	19	20	21	22	23	24
	4	25	26	27	28	29	30	1
Octubre	5	2	3	4	5	6	7	8
	6	9	10	11	12	13	14	15
	7	16	17	18	19	20	21	22
	8	23	24	25	26	27 1P Term.	28	29
Noviembre	9	30 1P Mod. Mat.	31	1	2 1P Sis. Abas	3	4 1P Ing. Mar.	5
	10	6 1P Ing. Ter.	7	8	9	10	11	12
	11	13	14	15	16	17	18	19
	12	20	21	22	23	24	25	26
Diciembre	13	27	28	29	30	1	2	3
	14	4	5 Jueves	6	7	8	9	10
	15	11	12	13	14	15	16	17
	16	18	19	20	21	22 2P Ing. Terr	23	24
Enero	E.Ord.1	25	26	27	28	29	30	31
	E.Ord.2	1	2	3	4	5	6	7
	E.Ord.3	8	9 Ing. Mar.	10	11 Term.	12	13	14
	E.Ord.4	15	16 Ing. Ter.	17	18 Sist. Transp	19	20	21
	E.Ord.5	22 Sist. Abas.	23	24 Mod. Mat.	25	26	27	28

Días de clase	13	15-1	13	12+1	13	66
---------------	----	------	----	------	----	----

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 5 de diciembre tiene horario de jueves

Días sin clase (además de los festivos)

Del 27 de octubre al 6 de noviembre por exámenes parciales

El 4 de octubre por actividades de Escuela

SEGUNDO SEMESTRE

Inicio clases: 29 de enero de 2024. Final clases: 24 de mayo de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Enero	1	29	30	31	1	2	3	4
Febrero	2	5	6	7	8	9	10	11
	3	12	13	14	15	16	17	18
	4	19	20 Miércoles	21	22	23	24	25
Marzo	5	26	27	28	29	1	2	3
	6	4	5	6 Viaje	7 Viaje	8 Viaje	9	10
	7	11	12	13	14	15	16	17
	8	18 1P Hid. Tec	19	20 1P Rec. Hidr.	21	22 1P Elast.	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2 1P Mét. Com	3	4	5	6	7
	11	8	9	10	11	12	13	14
	12	15	16	17	18	19	20	21
	13	22	23	24	25	26	27	28
Mayo	14	29 Miércoles	30	1	2	3	4	5
	15	6	7	8	9	10	11	12
	16	13	14	15	16	17	18	19
	17	20	21	22	23	24	25 2P Mét. Com	26
Junio	E.Ord.1	27 2P Elast.	28	29 Rec. Hidr.	30	31	1 Hid. Tec.	2
	E.Ord.2	3	4 Economía	5	6 Sist. Ferr.	7	8 Elast	9
	E.Ord.3	10	11 Mét. Com	12	13	14	15	16

Días de clase	14-1	14-1	11+2	13	13	65
---------------	------	------	------	----	----	----

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 20 de febrero y el 29 de abril tienen horario de miércoles

Días sin clase (además de los festivos)

Del 6 al 8 de marzo por viaje de prácticas

Del 18 de marzo al 2 de abril por exámenes parciales

El 21 de febrero por actividades de Escuela

PRIMER Y SEGUNDO SEMESTRE. Exámenes extraordinarios

Inicio exámenes: 17 de junio de 2024. Final exámenes: 13 de julio de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	17 Term.	18	19 Ing. Mar.	20	21 Sist. Abas.	22	23
Julio	E.Ext.2	24 Mod. Mat.	25	26 Ing. Ter.	27	28 Sist. Transp	29	30
	E.Ext.3	1 Sist. Ferro	2	3 Met. Comp.	4	5 Elast.	6	7
	E.Ext.4	8 Rec. Hidr.	9	10 Economía	11	12 Hid. Tec.	13	14

Año Académico 2023-24 Calendario Básico

TERCER SEMESTRE

Inicio clases: 5 de sept. de 2023. Final clases: 22 de diciembre de 2023

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Septiembre	1	4	5	6	7	8	9	10
	2	11	12	13	14	15	16	17
	3	18	19	20	21	22	23	24
	4	25	26	27	28	29	30	1
Octubre	5	2	3	4	5	6	7	8
	6	9	10	11	12	13	14	15
	7	16	17	18	19	20	21	22
	8	23 1P Planif.	24	25 1P OOH	26	27	28	29
Noviembre	9	30	31 1P Sist.En	1	2 1P Ing.Geot	3 1P Bloq.2	5	6
	10	6 1P Bloq.1	7 1P Bloq.3	8	9	10 Jueves	11	12
	11	13	14	15	16	17	18	19
	12	20	21	22	23	24	25	26
Diciembre	13	27	28	29	30	1	2	3
	14	4	5 Miércoles	6	7	8	9	10
	15	11	12	13	14	15	16	17
	16	18	19	20	21	22	23	24
Enero	E.Ord.1	25	26	27	28	29	30	31
	E.Ord.2	1	2	3	4	5	6	7
	E.Ord.3	8 Sist. En.	9	10 Bloq.1	11	12 OOH	13	14
	E.Ord.4	15 Tip. Estr.	16	17 Bloq.3	18	19 Planif.	20	21
	E.Ord.5	22	23 Bloq.2	24	25 Ing. Geot.	26	27	28

Días de clase	13	14-1	12+1	11+1	14-1	64
---------------	----	------	------	------	------	----

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 10 de noviembre tiene horario de jueves
El 5 de diciembre tiene horario de miércoles

Días sin clase (además de los festivos)

Del 23 de octubre al 2 de noviembre por exámenes parciales
El 4 de octubre por actividades de Escuela

CUARTO SEMESTRE

Inicio clases: 29 de enero de 2024. Final clases: 24 de mayo de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Enero	1	29	30	31	1	2	3	4
	2	5	6	7	8	9	10	11
Febrero	3	12	13	14	15	16	17	18
	4	19 Miércoles	20	21	22	23	24	25
Marzo	5	26	27	28	29	1	2	3
	6	4	5	6 Viaje	7 Viaje	8 Viaje	9	10
	7	11	12	13	14	15 1P Bloq.9	16	17
	8	18	19 1P Bloq.4	20	21 1P Bloq.7	22	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2 1P Bloq.8	3 1P Bloq.5	4	5 1P Bloq.6	6	7
	11	8	9	10	11	12	13	14
	12	15	16	17	18	19	20	21
	13	22	23	24	25	26	27	28
Mayo	14	29	30 Miércoles	1	2	3	4	5
	15	6	7	8	9	10	11	12
	16	13	14	15	16	17 TFM	18	19
	17	20 2P Bloq.6	21	22 Bloq.5	23 Bloq.8	24 Bloq.4	25	26
Junio	E.Ord.1	27 Entr. TFM	28 Bloq.9	29	30 Bloq.7	31 Bloq.6	1	2
	E.Ord.2	3 Pres. TFM	4 Pres.TFM	5 Pres. TFM	6 Pres. TFM	7 Pres. TFM	8	9

Días de clase	15-1	16-1	12+2	14	14	71
---------------	------	------	------	----	----	----

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 19 de febrero y el 30 de abril tienen horario de miércoles

Días sin clase (además de los festivos)

Del 6 al 8 de marzo por viaje de prácticas
El 21 de febrero por actividades de Escuela

TERCER Y CUARTO SEMESTRE. Exámenes extraordinarios

Inicio exámenes: 10 de junio de 2024. Final exámenes: 12 de julio de 2024

Mes	43000	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	10 Planif.	11	12 Bloq.1	13	14 Obr. Hidr.	15	16
	E.Ext.2	17	18 Ing. Geot.	19	20 Tip. Estruc	21 Bloq.2	22	23
Julio	E.Ext.3	24 Entr.TFM.	25 Bloq.3	26	27 Sist. En.	28 Bloq.7	29 Bloq.8	30
	E.Ext.4	1 Bloq.4	2 Bloq.6	3	4 Bloq.5	5 Bloq.9	6	7
	E.Ext.5	8 TFM/ Pres. TFM	9 Pres. TFM	10 Pres. TFM	11 TFM/ Pres. TFM	12 Pres. TFM	13	14

Exámenes

En la siguiente tabla se detallan las fechas y horas de los exámenes de las asignaturas. Salvo que desde la Jefatura de Estudios se indique lo contrario, estos exámenes se celebrarán en el aula de exámenes.

CURSO 2023/24: CALENDARIO DE EXÁMENES

Semestre	Cód.	Asignatura	Primer parcial		Segundo parcial		Examen ordinario		Examen extraord.
PRIMERO	43000364	Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil	30-10-23	16:00			24-1-24	9:00	24-6-24 9:00
	43000365	Termomecánica de medios continuos	27-10-23	9:00			11-1-24	16:00	17-6-24 16:00
	43000367	Ingeniería y territorio	6-11-23	9:00			16-1-24	16:00	26-6-24 16:00
	43000368	Sistemas de abastecimiento y saneamiento	2-11-23	16:00			22-1-24	16:00	21-6-24 9:00
	43000369	Ingeniería marítima, puertos y costas	4-11-23	9:00			9-1-24	16:00	19-6-24 16:00
	43000370	Sistemas de transporte					18-1-24	12:00	28-6-24 16:00
SEGUNDO	43000366	Hidráulica técnica	18-3-24	16:00			1-6-24	9:00	12-7-24 9:00
	43000371	Recursos hidráulicos	20-3-24	9:00			29-5-24	16:00	8-7-24 16:00
	43000372	Elasticidad aplicada	22-3-24	9:00	27-5-24	9:00	8-6-24	9:00	5-7-24 9:00
	43000376	Economía					4-6-24	16:00	10-7-24 9:00
	43000377	Métodos computacionales de ingeniería civil	2-4-24	9:00	25-5-24	9:00	11-6-24	16:00	3-7-24 16:00
	43000378	Sistemas ferroviarios					6-6-24	16:00	1-7-24 9:00
TERCERO	43000373	Tipología estructural					15-1-24	9:00	20-6-24 9:00
	43000374	Obras hidráulicas	25-10-23	9:00			12-1-24	9:00	14-6-24 16:00
	43000375	Ingeniería geotécnica	2-11-23	9:00			25-1-24	16:00	18-6-24 9:00
	43000379	Sistemas energéticos	31-10-23	9:00			8-1-24	9:00	27-6-24 16:00
	43000380	Planificación y gestión de carreteras	23-10-23	9:00			19-1-24	9:00	10-6-24 16:00
		Asignaturas optativas Bloque 1	6-11-23	11:30			10-1-24	16:00	12-6-24 16:00
CUARTO		Asignaturas optativas Bloque 2	3-11-23	11:30			23-1-24	9:00	21-6-24 9:00
		Asignaturas optativas Bloque 3	7-11-23	11:30			17-1-24	9:00	25-6-24 9:00
		Asignaturas optativas Bloque 4	19-3-24	11:30			24-5-24	9:00	1-7-24 9:00
		Asignaturas optativas Bloque 5	3-4-24	11:30			22-5-24	12:00	4-7-24 9:00
		Asignaturas optativas Bloque 6	5-4-24	11:30	20-5-24	12:00	31-5-24	9:00	2-7-24 9:00
		Asignaturas optativas Bloque 7	21-3-24	11:30			30-5-24	16:00	28-6-24 16:00
		Asignaturas optativas Bloque 8	2-4-24	16:00			23-5-24	12:00	29-6-24 9:00
		Asignaturas optativas Bloque 9	15-3-24	11:30			28-5-24	9:00	5-7-24 9:00
	43000381	Trabajo fin de máster					17-5-24	12:00	8-7-24 13:00
		Entrega Trabajo Fin de Máster					27-5-24	13:00	24-6-24 13:00
		Presentaciones Trabajo Fin de Máster					Del 3-6-24 al 7-6-24		Del 8-7-24 al 12-7-24

NOTA 1: Las fechas y horas señaladas para los exámenes parciales de los bloques de optativas que se muestran en la tabla corresponden a aquellas asignaturas del bloque que contemplen este tipo de evaluación.

NOTA 2: La relación de las asignaturas incluidas en cada bloque de optativas se muestra a continuación en la página siguiente.

Leyenda		
Bloque 1	43000384	Experimental Structural Analysis/Análisis Experimental de estructuras
	43000400	Ingeniería nuclear y medio ambiente
	43000408	Tecnología ferroviaria
	43000417	Dirección y gestión integrada de proyectos
Bloque 2	43000387	Integridad estructural
	43000399	Ingeniería hidroeléctrica
	43000410	Técnicas de Planificación Territorial y Sostenibilidad
	43000418	Las colaboraciones público-privadas en infraestructuras, equipamientos y servicios/ Public-private partnerships in infrastructure, facilities and utilities
Bloque 3	43000466	Cálculo avanzado de estructuras
	43000383	Morfología de puentes
	43000386	Ingeniería de rocas
	43000401	Diseño en ingeniería civil
	43000409	Gestión portuaria
	43000419	Evaluación económica y social de inversiones
	43000467	Introducción a las técnicas de optimización
Bloque 4	43000468	Metodologías BIM de proyecto para construcción inteligente
	43000396	Innovación en procedimientos especiales de construcción
	43000398	Conservación, auscultación y rehabilitación estructural
	43000404	Programación de la generación hidroeléctrica/Programming of Hydroelectric Generation
Bloque 5	43000412	Aeropuertos
	43000422	Financiación de infraestructuras y servicios/Financing infrastructure and public services
	43000406	Energías marinas /Marine energies
	43000390	Análisis y diseño avanzado de estructuras de hormigón /Advanced analysis and design of concrete structures
	43000395	Durabilidad e innovación en materiales de construcción
Bloque 6	43000413	Diseño viario
	43000425	Gestión y prevención de riesgos en ingeniería
	43000385	Comportamiento no lineal de estructuras
	43000389	Análisis y diseño avanzado de estructuras de acero y mixtas
	43000407	Aprovechamientos energéticos en ingeniería sanitaria
Bloque 7	43000411	Modelos de demanda de transporte/Transport demand models
	43000420	Cooperación al desarrollo de infraestructuras/ Developement and civil engineering
	43000394	Técnicas geomáticas en ingeniería civil
	43000397	Materiales compuestos estructurales /Structural composite materials
	43000403	Ingeniería hidráulica ambiental
Bloque 8	43000414	Puertos avanzados /Smart ports
	43000421	Derecho de la empresa
	43000470	Análisis estructural de construcciones históricas de fábrica
	43000391	Análisis dinámico y sísmico de estructuras /Dynamic and Seismic Analysis of Structures
	43000393	Ingeniería geológica
Bloque 9	43000402	Control de sistemas hidráulicos
	43000415	Planificación y gestión urbana
	43000424	Dirección y gestión empresarial
	43000388	Proyecto, cálculo y construcción de puentes /Design, Analysis and Construction of Bridges
	43000392	Estructuras de tierra
	43000405	Presas
	43000416	Gestión de la circulación viaria
	43000423	Economía global y entorno internacional de la empresa/ Global Economy and International Environment in Business Administration

Horario de clases

En los cuadros siguientes se presentan los horarios de clases de cada semestre. Cada uno de los grupos del primer curso tiene un horario diferente y se imparte en un aula diferente. Cada alumno debe acudir al grupo que le ha sido asignado.

Las clases de los grupos de la mañana comienzan a las 9:00 horas y finalizan a las 13.40 horas. Las clases de los grupos de tarde comienzan a las 15:00 horas y finalizan a las 20.40 horas. Todas las clases ordinarias tienen una duración de 1 hora. Las clases están separadas por un descanso 10 minutos en el primer curso y 5 minutos en el segundo, excepto el descanso central que tendrá una duración de 20 minutos en el primer curso y 25 minutos en el segundo.

Algunas asignaturas tienen prácticas de laboratorio, prácticas de campo o prácticas de ordenador. En estos casos, cuando haya problemas de capacidad en los laboratorios, cada alumno deberá acudir a realizar sus prácticas en el horario que se le indique, aunque esté fuera del horario ordinario de clases anteriormente indicado. El número de prácticas que debe hacer cada alumno fuera del horario ordinario, así como su duración estimada, está indicado en el cronograma de la asignatura correspondiente.

HORARIOS PRIMER SEMESTRE**PRIMER SEMESTRE****GRUPO A**

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 – 10:00	Puertos y Costas	Ingeniería y Territorio	Modelos Matemáticos	S. Abast. y Saneamiento	S. Abast. y Saneamiento
10:00 – 10:10					
10:10 – 11:10	Puertos y Costas	Termomec. M. Continuos	Ingeniería y Territorio	S. Abast. y Saneamiento	Sistemas de Transporte
11:10 – 11:30					
11:30 – 12:30	Termomec. M. Continuos	Modelos Matemáticos	Ingeniería y Territorio	Sistemas de Transporte	Modelos Matemáticos
12:30 – 12:40					
12:40 – 13:40	Termomec. M. Continuos	Modelos Matemáticos	Puertos y Costas	Sistemas de Transporte	Modelos Matemáticos

PRIMER SEMESTRE**GRUPO B**

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 – 10:00	Ingeniería y Territorio	Modelos Matemáticos	Puertos y Costas	Sistemas de Transporte	Sistemas de Transporte
10:00 – 10:10					
10:10 – 11:10	Ingeniería y Territorio	Termomec. M. Continuos	Puertos y Costas	Sistemas de Transporte	Modelos Matemáticos
11:10 – 11:30					
11:30 – 12:30	Termomec. M. Continuos	Ingeniería y Territorio	Modelos Matemáticos	S. Abast. y Saneamiento	S. Abast. y Saneamiento
12:30 – 12:40					
12:40 – 13:40	Termomec. M. Continuos	Puertos y Costas	Modelos Matemáticos	Modelos Matemáticos	S. Abast. y Saneamiento

HORARIOS SEGUNDO SEMESTRE

SEGUNDO SEMESTRE

GRUPO A

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 – 10:00	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Métodos Comput.
10:00 – 10:10					
10:10 – 11:10	Elasticidad Aplicada	Economía	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Métodos Comput.
11:10 – 11:30					
11:30 – 12:30	Recursos Hidráulicos	Recursos Hidráulicos	Métodos Comput.	Hidráulica Técnica	Hidráulica Técnica
12:30 – 12:40					
12:40 – 13:40	Economía	Recursos Hidráulicos	Métodos Comput.	Hidráulica Técnica	Hidráulica Técnica

SEGUNDO SEMESTRE

GRUPO B

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 – 10:00	Economía	Recursos Hidráulicos	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Métodos Comput.
10:00 – 10:10					
10:10 – 11:10	Recursos Hidráulicos	Recursos Hidráulicos	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Métodos Comput.
11:10 – 11:30					
11:30 – 12:30	Elasticidad Aplicada	Economía	Hidráulica Técnica	Métodos Comput.	Hidráulica Técnica
12:30 – 12:40					
12:40 – 13:40	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Hidráulica Técnica	Métodos Comput.	Hidráulica Técnica

HORARIOS TERCER SEMESTRE

TERCER SEMESTRE

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:00	Obras Hidr	Carreteras	I. Geotécnica	S. Energéticos	Carreteras
16:00 – 16:05					
16:05 – 17:05	Obras Hidr	Obras Hidr.	I. Geotécnica	S. Energéticos	Tipología Est.
17:05 – 17:20					
17:20 – 18:20	I. Geotécnica	Obras Hidr.	Carreteras	<i>Bloque 3</i>	Tipología Est.
18:20 – 18:25					
18:25 – 19:25	<i>Bloque 1</i>	<i>Bloque 1</i>	<i>Bloque 2</i>	<i>Bloque 3</i>	
19:25 – 19:30					
19:30 – 20:30	<i>Bloque 1</i>	<i>Bloque 2</i>	<i>Bloque 2</i>	<i>Bloque 3</i>	

Bloques de optativas Tercer Semestre

Bloque 1:

Análisis Experimental (CC),
Ingeniería Nuclear (H),
Tecnología Ferroviaria (T),
D. y G. Integrada de Proyectos (GyF)

Bloque 2:

Cálculo avanzado de estructuras (CC),
Integridad Estructural (CC),
Ingeniería Hidroeléctrica (H),
Planificación Territorial (T),
Colaborac. Público-Privadas (GyF)

Bloque 3:

Morfología de Puentes (CC),
Ingeniería de Rocas (CC),
Las formas en Ingeniería (H),
Introduction optimization techniques (H),
Gestión Portuaria (T),
Evaluación Económica y Social (GyF),
Metodologías BIM de proyecto para la
construcción inteligente (GyF)

HORARIOS CUARTO SEMESTRE

CUARTO SEMESTRE

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:00	<i>Bloque 4</i>	<i>Bloque 4</i>	<i>Bloque 8</i>	<i>Bloque 8</i>	TFM
16:00 – 16:05					
16:05 – 17:05	<i>Bloque 4</i>	<i>Bloque 9</i>	<i>Bloque 9</i>	<i>Bloque 8</i>	TFM
17:05 – 17:20					
17:20 – 18:20	<i>Bloque 5</i>	<i>Bloque 5</i>	<i>Bloque 9</i>	<i>Bloque 7</i>	
18:20 – 18:25					
18:25 – 19:25	<i>Bloque 5</i>	<i>Bloque 6</i>	<i>Bloque 7</i>	<i>Bloque 7</i>	
19:25 – 19:30					
19:30 – 20:30		<i>Bloque 6</i>	<i>Bloque 6</i>		

Bloques de optativas Cuarto Semestre

Bloque 4:

Procedimiento Esp. Const. (CC),
Conservación, Auscultación (CC),
Sistemas Hidroeléctricos (H),
Aeropuertos (T),
Financiación Infraestructuras (GyF)

Bloque 5:

Estructuras de Hormigón (CC),
Innovación de Materiales (CC),
Energías Marinas (H),
Diseño Viario (T),
Riesgos (GyF)

Bloque 6:

Comportamiento No Lineal (CC),
Estructuras de Acero y Mixtas (CC),
Aprovechamientos Sanitaria (H),
Modelos de Demanda (T),
Cooperación al Desarrollo (GyF)

Bloque 7:

Materiales Compuestos (CC),
Estructuras de fábrica (CC),
Técnicas Geomáticas (CC),
Ingeniería Hidráulica Ambiental (H),
Smart Ports (T),
Derecho (GyF)

Bloque 8:

Ingeniería Geológica (CC),
Análisis Dinámico y Sísmico (CC),
Control Sistemas Hidráulicos (H),
Planificación y Gestión Urbana (T),
Empresas (GyF)

Bloque 9:

Construcción de Puentes (CC),
Estructuras de Tierra (CC),
Presas (H),
Gestión Circulación Viaria (T),
Economía Global (GyF)





Primer Semestre

Ingeniería Marítima, Puertos y Costas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000369	4,5	Tecnología específica	Común	Español
Nombre en inglés	Maritime and Coastal and Harbour Engineering			
Materia	Puertos y Costas			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Vicente Negro Valdecantos	Pte.	Todos	X (9-10:30) J (9-10:30) V (9-10:30)	Lab. Puertos	vicente.negro@upm.es
José Santos López Gutiérrez	Secr.	Todos	X (9-10:30) J (9-10:30) V (9-10:30)	Lab. Puertos	josesantos.lopez@upm.es
Pedro Fernández Carrasco	Vocal	Todos	J (10:30-13:30) V (10:30-13:30)	Lab. Puertos	pedro.fernandez@upm.es
María Dolores Esteban Pérez		Todos	L (16:30-19:30) X (16:30-19:30)	Lab. Puertos	mariadolores.esteban@upm.es
Luis Juan Moreno Blasco		Todos	L (16:30-19:30) X (16:30-19:30)	Lab. Puertos	luisjuan.moreno@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Obras Marítimas, Ingeniería del Litoral y/o Ingeniería Portuaria, Mecánica de Suelos y Rocas, Materiales de Construcción, Hidráulica.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Formación básica a nivel de grado en Matemáticas y Estadística.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP7	Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).
CGP10	Capacidad para la realización de estudios de planificación territorial, del medio litoral, de la ordenación y defensa de costas y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE27	Conocimientos y capacidades que permiten comprender los fenómenos dinámicos del medio océano-atmósfera-costa y ser capaz de dar respuestas a los problemas que plantean el litoral, los puertos y las costas, incluyendo el impacto de las actuaciones sobre el litoral. Capacidad de realización de estudios y proyectos de obras marítimas.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización fisicomatemática de los efectos medio ambientales de las infraestructuras.

Código	Competencia
CE40	Capacidad de aplicación integral de conocimientos en asesoría, análisis, diseño, cálculo, construcción, mantenimiento, conservación, explotación, gestión legal, gestión empresarial, planificación y gestión técnica de infraestructuras y sistemas de transporte.
CE41	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Explica, conoce y tiene capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).	CGP5, CGP7
RA2	Explica, conoce y tiene capacidad para la realización de estudios de planificación territorial, del medio litoral, de la ordenación y defensa de costas y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras	CGP10
RA3	Explica, conoce y tiene conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales, así como, diseñar, planificar, gestionar, mantener, conservar y explotar las infraestructuras desde la perspectiva ambiental y sostenible.	CGP12, CGP15, CGP18, CE30, CE37, CE40
RA4	Explica, conoce y tiene capacidad para comprender los fenómenos dinámicos del medio océano – atmósfera - costa y ser capaz de dar respuestas a los problemas que plantean el litoral, los puertos y las costas, incluyendo el impacto de las actuaciones sobre el litoral, realizando de estudios y proyectos de obras marítimas.	CE27
RA5	Explica, conoce y tiene capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.	CE41
RA6	Explica, conoce y tiene capacidad para conocer los aspectos técnicos, legales y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción desde la perspectiva medioambiental y sostenible	CGP2, CGP3, CGP4, CGP6, CGP7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Resuelve los problemas de diseñar, planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras marítimas, realizando la ordenación y defensa de costas desde aspectos medioambientales.	RA1, RA2
IL2	Sí	Resuelve los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos en ingeniería marítima, así como, el diseño, la planificación, la gestión, el mantenimiento, la conservación, explotación sostenible.	RA3

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL3	Sí	Resuelve los fenómenos dinámicos del medio océano – atmósfera - costa y ser capaz de dar respuestas a los problemas que plantean el litoral, los puertos y las costas, incluyendo el impacto de las actuaciones sobre el litoral, realizando de estudios y proyectos de obras marítimas.	RA4
IL4	Sí	Resuelve y aplica los conocimientos técnicos y legales en la evaluación de las infraestructuras y sistemas de transporte desde la perspectiva técnica, ambiental, constructiva, legislativa, de planificación, gestión, conservación, mantenimiento y desmantelamiento.	RA5, RA6

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán	Peso
--	------

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Participación en la resolución interactiva de ejercicios, casos prácticos y controles 10%

Descripción: Consiste en participar activamente en la resolución individual o en grupo de casos prácticos en las clases prácticas. En ocasiones, consistirá en responder a una o varias cuestiones cortas orales o cuestiones escritas que se planteen en las clases teóricas o prácticas sobre el contenido de esa clase particular o de las clases anteriores.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. Se calificará con la media aritmética de todas las respuestas durante el curso. La falta de asistencia o la abstención en la contestación será puntuada con 0 en ese ejercicio.

Momento y lugar: Se realizarán en clase.

PE2. Realización de trabajos de investigación, bien individuales o en grupo, y análisis de casos de estudio de ingeniería marítima y/o puertos y costas o de ingeniería offshore 20% o 30%

Descripción: Consiste en un trabajo de investigación sobre temas de la materia, asignados directamente por el profesor, pudiendo ser realizados en el aula o fuera de ella, de manera individual o en grupo.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10. El peso de esta prueba es del 20%, si bien, en caso de no realizarse el epígrafe PE1, será del 30%.

Momento y lugar: El control se realizará en la propia aula de clase en fecha prefijada, una vez finalizadas las clases de los temas incluidos en el examen.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán	Peso
--	------

PE3. Examen parcial**35%**

Descripción: Consiste en la realización de un examen individual de una duración máxima de dos horas con tres o cuatro ejercicios. El examen incluirá la resolución o contestación de varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas al contenido de los temas de la primera parte de la asignatura. Será de los temas 1 a 7.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. La calificación de cada parte de la evaluación será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios, excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen, en cuyo caso la calificación del examen parcial no será superior a 4.

Para aprobar este examen se debe tener una calificación media igual o superior a 5. Los alumnos que suspendan el examen parcial deben realizar el examen final.

Momento y lugar: Los determina Jefatura de Estudios.

PE4. Examen final**35% o 70%**

Descripción: Constará de dos partes. La primera parte correspondiente a los temas 1 a 7, la deberán realizar los alumnos que hayan suspendido el primer parcial, así como aquellos alumnos que quieran mejorar su calificación. La segunda parte correspondiente a los temas 8 a 11, la realizarán todos los alumnos.

Cada parte constará de tres o cuatro ejercicios teóricos, teórico – prácticos y problemas. La duración del examen completo será de unas cuatro horas.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de cada parte de la evaluación será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios, excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen, en cuyo caso la calificación del examen parcial no será superior a 4. Para los alumnos que realicen las dos partes el examen final cuenta el 70% de la calificación final, y, para los que realicen solo la segunda prueba cuenta el 35%.

Momento y lugar: Los determina Jefatura de Estudios. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua progresiva

La calificación final será la puntuación más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que no realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (20%), PE3 (35%) y PE4 (35%), excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen final (PE4), en cuyo caso la calificación final de la asignatura no será superior a 4 puntos.
- Para los alumnos que realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas PE1 (10%), PE2 (20%) y PE4 (70%), excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen final (PE4), en cuyo caso la calificación final no será superior a 4 puntos.
- Para todos los alumnos, la calificación que habría obtenido mediante el método de evaluación “solo prueba final” descrito a continuación. A estos efectos, para los alumnos que no hayan realizado la primera parte del examen final, se utilizará para calificar esta parte su nota en el primer parcial.

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

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán	Peso
--	------

7.2. Mediante “evaluación global”

Descripción: Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo que se ha descrito en la evaluación continua.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios respectivos, excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen, en cuyo caso la calificación del examen parcial no será superior a 4 puntos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida directamente en el examen final. Para superar la asignatura, la calificación final deberá ser igual o superior a 5.

7 bis. Adaptación a pruebas de evaluación realizadas en formato no presencial y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán	Peso
--	------

7.b.1. Mediante “evaluación continua progresiva”

PE1. Ejercicios de clase, asistencia y participación en las clases “on line” hasta 10%

Descripción: Se plantearán al alumno cuestiones, ejercicios teóricos y prácticos de corta duración de forma telemática para realizar durante la propia hora de clase, así como, preguntas constantes en el chat de estas. Los alumnos deben contestar o enviarlos al profesor utilizando medios telemáticos y en el plazo indicado.

Criterios de calificación: Las preguntas se registran y cada ejercicio teórico se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media ponderada de la obtenida en los ejercicios realizados durante el curso.

Momento y lugar: Los alumnos responderán a los ejercicios usando el chat o medios telemáticos en el plazo que se indique, o durante las clases, valorando sus aportaciones y que no puede superar el final de esta. Se plantearán, sin previo aviso, en cualquiera de las horas de clase.

PE2. Examen parcial “on line” hasta 45%

Descripción: Constará de un ejercicio de carácter teórico y dos ejercicios de carácter práctico, relativos a los temas tratados hasta la fecha del examen. La duración total aproximada será de 2 horas. El ejercicio teórico constará de varias preguntas cortas de desarrollo aleatorias e individualizadas, en un tiempo fijo para responder en su conjunto. Cada uno de los ejercicios prácticos puede consistir en (1) un único problema a resolver igual para todos con datos aleatorios e individualizados, o (2) en varias preguntas prácticas cortas, de la que se debe señalar la solución correcta de entre las que se indican, debiendo justificarse la respuesta en un espacio tasado.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios del examen. La teoría y los problemas tienen el mismo valor, 50% los teóricos, 50% los prácticos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como esta entrega sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán	Peso
--	------

PE3. Examen final “on line”

45%, 50% ó 100%

Descripción: Tendrá dos partes, cada una con una duración aproximada de 2 horas. La primera parte, que deberán realizar todos los alumnos, constará de un ejercicio de carácter teórico y dos ejercicios de carácter práctico, correspondientes preferentemente a los temas de la asignatura no incluidos en el examen parcial. No obstante, dado que los temas de la asignatura están interrelacionados, esta parte del examen puede contener materia de los temas incluidos en el examen parcial.

El ejercicio teórico constará de varias preguntas cortas de desarrollo aleatorias e individualizadas, en un tiempo fijo para responder en su conjunto. Cada uno de los ejercicios prácticos puede consistir en (1) un único problema a resolver igual para todos con datos aleatorios e individualizados, o (2) en varias preguntas prácticas cortas, de la que se debe señalar la solución correcta de entre las que se indican, debiendo justificarse la respuesta en un espacio tasado.

La segunda parte del examen final es similar en todo al examen parcial. No estarán obligados a examinarse de esta parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 4,0 en el examen parcial. No obstante, en caso de examinarse, la calificación obtenida sustituye a la que el alumno hubiera obtenido en el examen parcial.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios del examen. La teoría y los problemas tienen el mismo valor, 50% los teóricos, 50% los prácticos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como esta entrega sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua progresiva

La calificación final será:

- Para los alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 4,0 en el examen parcial y sólo realicen la primera parte del examen final, su calificación será la mayor de las dos siguientes:
 - La media ponderada de PE1 (10%), PE2 (45%) y PE3 (45%).
 - La media ponderada de PE2 (50%) y PE3 (50%)

Para poder aprobar la asignatura, estos alumnos deben obtener una calificación mínima de 4,0 en PE3 y la calificación final debe ser igual o superior a 5.

- Para los alumnos que realicen el examen final completo: PE3 (100%). Para superar la asignatura, esta calificación debe ser igual o superior a 5.

7.b.2. Mediante “evaluación global on line”

Descripción. Constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico, relativos a cualquier parte de la asignatura. La duración aproximada será de 3 horas.

Cada uno de los ejercicios teóricos constará de varias preguntas cortas de desarrollo aleatorias e individualizadas, en un tiempo fijo para responder en su conjunto. Cada uno de los ejercicios prácticos puede consistir en (1) un único problema a resolver igual para todos con datos aleatorios e individualizados, o (2) en varias preguntas prácticas cortas, de la que se debe señalar la solución correcta de entre las que se indican, debiendo justificarse la respuesta en un espacio tasado.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios del examen. La teoría y los problemas tienen el mismo valor, 50% los teóricos, 50% los prácticos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregar sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Mecánica de ondas 1.1. Ecuaciones de continuidad, cantidad de movimiento y Bernoulli 1.2. Condiciones de contorno e integración 1.3. Onda tipo Airy, Stokes, conoidal, troncooidal y solitaria 1.4. Teoría de ondas aplicada a las ondas marinas. Aproximación de Fenton. Fuerzas de inercia y arrastre. Diagrama de Sarkaya	IL3
Tema 2. Modificaciones de las ondas 2.1. Ecuaciones de propagación 2.2. Ley de Snell. Ábacos de Goda y SPM. Teoría de Iribarren. Teoría de Shutto y de celeridades 2.3. Efecto Sommerfeld. Teoría de difracción. Ábacos de Wiegell 2.4. Rotura. Fondo y forma. Modelos de aplicación	IL3
Tema 3. Modelos matemáticos de propagación, de onda larga y computacionales 3.1. Modelos en diferencias finitas. Modelos en elementos finitos 3.2. Ecuación de Berkhoff. Modelos elípticos y parabólicos 3.3. Fenómenos de amplificación. Resonancia en puertos y dársenas. Ejemplos de aplicación 3.4. Modelos sedimentarios	IL2, IL3
Tema 4. Descripción de oleaje: métodos estadísticos y espectrales 4.1. Funciones eulerianas. Aplicación a las distribuciones continuas, media, varianza, simetría y curtosis. Bandas de confianza 4.2. Distribución discreta de temporales anuales. Distribuciones continuas en regímenes medios y de extremos (Gauss, Gumbel, Weibull) 4.3. Aplicación de ROM 0.0/2002, ROM 0.2/90, ROM 0.3/91 y ROM 1.0/09 4.4. Método de Goda o de picos sobre el umbral, POT. Caracterización de temporales. Distribución de Poisson. Método de Weibull – Poisson y de Pareto – Poisson. Función de valores extremos generalizada 4.5. Espectros de oleaje, PM, J y TMA. Espectros bimodales	IL3
Tema 5. Convergencia de los factores de diseño en puertos e ingeniería marítima 5.1. Efectos climáticos de interacción atmósfera – hidrosfera 5.2. Viento, oleaje, niveles del mar y corrientes 5.3. Marea astronómica y meteorológica, fricción y succión 5.4. Corrientes de primera, segunda y tercera generación 5.5. Medidas en la naturaleza. Caracterización del fondo marino: influencia del terreno en el diseño 5.6. Redes oceanográficas de medida, Red costera y exterior 5.7. Aplicación al diseño de puertos, de obras de ingeniería de costas y de ingeniería offshore. Estados límites últimos y de servicio. IRE e ISA. IREO e ISAO. ROM 1.0/09, ROM 1.1/18. ROM 2.0/11. Geotecnia aplicada a las Obras Marítimas (A, B y C).	IL1, IL2 IL3
Tema 6. Procesos litorales 6.1. Características del sedimento litoral 6.2. Flujo de energía del clima marítimo 6.3. Transporte de sedimentos: oleaje, viento, corrientes y mareas	IL1

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
6.3. Balance sedimentario. Evolución de la línea de costa 6.3. Formas de equilibrio en planta y perfil 6.4. Desembocaduras: rías, estuarios, deltas. Clasificación de Galloway	
Tema 7. Planificación y dirección de actuaciones sostenibles en el litoral. Gestión costera. Agenda 2030. Objetivos de Desarrollo Sostenible. ODS 13 7.1. Obras de defensa de costas: tipología, comportamiento funcional y estabilidad estructural 7.2. Secciones estática y dinámicamente estables y con baja cota de coronación. Nuevas tipologías en diseño ambiental 7.3. Alimentación artificial: compatibilidad de los materiales sedimentarios, secciones y plantas de relleno. Restauración dunar 7.4. Tratamiento de fachadas litorales: paseos, senderos, parques de ribera. Percepción del paisaje costero: litoral y costa 7.5. Legislación de aplicación. Ley 22/1988 de 28 de julio de Costas y Ley 2/2013 de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral. Reglamento General de Costas 876/2014 de 10 octubre 7.6. Interrelaciones puerto – ciudad y puerto – costa. Acción por el clima.	IL1, IL4
Tema 8. Gestión portuaria. El buque como cuerpo flotante 8.1. Tipos de mercancías y tipos de buques 8.2. Configuración en planta 8.3. Estudio de la bocana y de las vías de navegación interior 8.4. Análisis en alzado 8.5. Criterios de circulación de los buques en las dársenas 8.6. Tipología de terminales 8.7. Diseño de terminales en atraque continuo y discontinuo 8.8. Aplicación de la ROM 3.1/99 y de la ROM 2.0/2011	IL4
Tema 9. Tipología y diseño avanzado de obras exteriores y de obras de defensa de costas 9.1. Comportamiento estático y dinámico 9.2. Diques en talud. Formulaciones de Van der Meer de estabilidad de mantos. Remonte y rebase en diques rompeolas. Fórmula de Owen y Van der Meer – De Waal. Criterio de Franco <i>et al.</i> Socavación de Sumer, Whitehouse y Torum 9.3. Diques verticales. Fórmulas de Goda y Takahashi. PROVERBS. Remonte y rebase en diques verticales. Proyectos CLASH y EUROTOP 9.4. Piezas especiales. Coeficientes parciales. Niveles de cálculo, I, II y III. 9.5. Modelos físicos 9.6. Construcción de diques. ROM 1.0/09 y ROM 1.1/18	IL1, IL2, IL3, IL4
Tema 10. Puertos. Tipología y diseño avanzado de obras interiores 10.1. Comportamiento estructural e hidráulico 10.2. Operatividad y limitaciones de uso. Diseño de muelles 10.3. Acciones: sobrecargas de uso y operación, trenes compatibles, atraque y amarre, empuje hidrostático, empuje del terreno y equipos de manipulación restringida y no restringida 10.4. Muelles especiales. Piezas que laminan la reflexión	IL1, IL2 IL3, IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
10.5. Construcción de muelles y pantalanos portuarios	
10.6. Obras auxiliares de servicio al buque (varaderos, diques secos, synchro, travel). ROM 2.0/2011	
Tema 11. Ingeniería marítima offshore. ODS 7. Energías limpias.	IL1, IL2
11.1. La tecnología offshore de gas y petróleo	IL3
11.2. Energías renovables marinas. Recursos energéticos marinos	
11.3. Tipologías estructurales, plataformas, jackets, terminales de logística offshore y astilleros offshore	
11.4. Análisis hidrodinámico de sistemas offshore. Grandes monopilotes. Esquemas de Morison, Froude – Krilov y difracción	
11.5. Análisis e integridad estructurales de sistemas offshore. Ejemplos: unidades flotantes, terminales de gas offshore, drill ships, offshore support vessels, vehículos submarinos, subsea,...)	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos, casos reales y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. También expondrá e ilustrará los principales métodos de resolución de los problemas avanzados relativos a las acciones climáticas y sus aplicaciones al diseño de las obras marítimas en ingeniería de costas, portuaria y offshore, así como, para su ejecución, planificación, gestión, explotación, conservación, mantenimiento y potencial desmantelamiento.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan la correcta comprensión de esta asignatura. En estas clases se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones diversas, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento de una amplia variedad de casos, teoría avanzada de ondas, estadística aplicada a oleaje, teoría de distribuciones, ingeniería de puertos en estabilidad estructural y funcional de diques de abrigo, estabilidad de obras de atraque y amarre e ingeniería offshore. En ocasiones, se dejará al alumno trabajar en casos, que, posteriormente, serán resueltos por el cuadro de profesores.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Las prácticas de laboratorio serán realizadas por el estudiante en grupo con ayuda de un profesor, tras una sucinta explicación de su fundamento, finalidad y metodología por parte de éste. Se plantea como objetivo el análisis de los factores de escala y semejanza, la generación de oleaje y el comportamiento de las obras ante las acciones incidentes. El alumno dispondrá de un protocolo de la práctica que deberá completar, rellenar y entregar al finalizar la misma.

El estudiante debe asistir al viaje de prácticas que le facilite la comprensión de los procesos de construcción y conservación de las principales obras marítimas en ejecución o explotación y permita asimilar los conocimientos teóricos y prácticos impartidos en las clases de la materia.

Trabajo autónomo:

El estudiante deberá examinar en profundidad los problemas resueltos en clase para ubicarlos en su contexto teórico adecuado, y para constatar reflexivamente el pleno soporte lógico y metodológico de los modelos teóricos aportados para su solución. Con este bagaje, deberá abordar por sí solo la resolución de los problemas adicionales propuestos por el cuadro de profesores en los distintos capítulos y temas que componen la materia.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, el estudiante podrá requerir la ayuda del profesor para precisar las explicaciones de clase y encauzar su trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

SHORE PROTECTION MANUAL, SPM. (1984). U.S. Corps of Engineers. American Society of Civil Engineers, ASCE

Goda, Y. (2010). *Random seas and design of maritime structures*. Tokyo Press. Yokohama University. World Scientific. Third Edition

Negro, V. et al. (2008). *Diseño de Diques verticales, Segunda edición*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Señor Número 26

Negro, V. et al. (2008). *Diseño de Diques rompeolas, Segunda edición*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Señor Número 28

COASTAL ENGINEERING MANUAL (2006). CEM. U.S. Corps of Engineers. American Society of Civil Engineers, ASCE

Díez González, J. (1996). *Guía Física de España. Las Costas*. Alianza Editorial

De la Peña Olivas, J. M. (2007). *Guía Técnica de estudios litorales. Manual de Costas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Señor Número 39

Copeiro del Villar, E. et al. (2008). *Diques de escollera*. Editorial Díaz de Santos

Horikawa, K. (1988). *Nearshore dynamics and coastal processes*. University of Tokyo Press

Dean, R. G. y Dalrymple, R. A. (1991). *Water wave mechanics for engineers and scientists*. Advanced series on Ocean Engineering. Volume 2. World Scientific Publishing

Suárez Bores, P. (1980). *Apuntes de Diques. Análisis Multivariado de los Sistemas de diseño*. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones de Alumnos. Universidad Politécnica de Madrid

Suárez Bores, P. (1980). *Formas costeras*. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones de Alumnos. Universidad Politécnica de Madrid

Bibliografía complementaria:

- Recomendaciones para Obras marítimas. (1990) *Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. ROM 0.2/90
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (2001). *Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 0.0/2001
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (1992). *Acciones climáticas I: Oleaje. Anejo 3.1: Atlas de Clima Marítimo en el Litoral Español*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 0.3/91
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (1995). *Acciones climáticas II: Viento*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 0.4/95
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (2005). *Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de Obras Marítimas y Portuarias*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 0.5/2005
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (1999). *Proyecto de la configuración marítima de los puertos; canales de acceso y áreas de flotación*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 3.1/99
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (1994). *Proyecto y construcción de pavimentos portuarios*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 4.1/94
- Recomendaciones para Obras Marítimas (2009). *Recomendaciones del diseño y ejecución de obras de Abrigo. (Parte Iª. Bases y Factores para el proyecto. Agentes climáticos)*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 1.0/09
- Recomendaciones para Obras Marítimas (2012). *Recomendaciones para el proyecto y ejecución de Obras de Atraque y Amarre. Tomo I y II de obras de Abrigo*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 2.0/11
- Recomendaciones para Obras Marítimas (2019). *Recomendaciones para el proyecto de Construcción de Diques de Abrigo*. Organismo Público Puertos del Estado. Articulado. ROM 1.1 – 18, articulado.
- Ley 22/1988, de 28 de julio de Costas y Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley 22/88 de 28 de Julio, 1989 y 1992
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988 de 28 de julio, de Costas
- Real Decreto 876/2014 de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.
- Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos y de la Marina Mercante.
- Ley 7/2021 de 20 de mayo de Cambio Climático y transición energética.
- Real Decreto 668/2022, de 1 de agosto, por el que se modifica el Reglamento General de Costas, aprobado por Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre.
- Negro Valdecantos, V. y López Gutiérrez, J. S. (2003). *Metodología para el Estudio de Obras litorales. Casos teóricos y prácticos*. Servicio de Publicaciones de la E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2003
- Negro Valdecantos, V., López Gutiérrez, J. S. y Esteban Pérez, M. D. (2019). *Problemas resueltos de Ingeniería Marítima Avanzada*. Ejercicios de la asignatura de Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Garceta Grupo Editorial – Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ISBN 978-84-1728-943-0.
- Negro Valdecantos, V., López Gutiérrez, J. S. y Esteban Pérez, M. D. (2014). *Problemas resueltos de Obras Marítimas*. Ejercicios de la asignatura de Ingeniería Civil y Territorial. Garceta Grupo Editorial – Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ISBN 978-84-1545-286-7. 2014
- Negro Valdecantos, V. (2022). *Las ingenierías del mar. Reflexiones sobre sostenibilidad, medioambiente y cambio climático*. Editorial Catarata. 2022. ISBN: 978-84-1352-585-3
-

Recursos Web:

Aplicación Moodle. Se recomienda también el “moodle” de la asignatura de Obras Marítimas de tercer curso Grado en Ingeniería Civil y Territorial

Equipamiento específico:

Biblioteca del Grupo de Investigación de Medio Marino, Costero y Portuario y otras Áreas Sensibles y de la ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 2 h			5 h
2	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 2 h 30 min			5 h 30 min
3	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h			7 h
4	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 4 h 15 min			7 h 15 min
5	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 4 h 15 min			7 h 15 min
6	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 4 h			7 h
7	Tema 7 2 h	Tema 7 1 h		Estudio tema 7 2 h 30 min			5 h 30 min
8	Repaso (1 a 7) 2 h	Repaso (1 a 7) 1 h	Temas 1 a 7 2 h 30 min	Estudio personal + preparación prueba 5 h 30 min	Prueba temas 1 a 7 2 h		13 h
9	Tema 8 2 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 8 4 h 30 min			7 h 30 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10	Tema 9 2 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 9 4 h 30 min			7 h 30 min
11	Tema 9 2 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 9 4 h 15 min			7 h 15 min
12	Tema 10 2 h	Tema 10 1 h		Estudio tema 10 4 h 30 min			7 h 30 min
13	Tema 11 2 h	Tema 11 1 h		Estudio tema 11 3 h 30 min			6 h 30 min
14	Repaso (8 a 11) 2 h	Repaso (8 a 11) 1 h	Temas 8 a 11 2 h 30 min	Estudio personal + preparación prueba 5 h 30 min	Prueba temas 8 a 11 2 h		13 h
15	Repaso (1 a 11) 2 h	Repaso (1 a 11) 1 h		Estudio personal + preparación prueba 8 h 45 min	Examen final 3 h		14 h 45 min
Horas	30 h	15 h	5 h	64 h 30 min	7 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Ingeniería y Territorio

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000367	4,5	Tecnología específica	Común	Español
Nombre en inglés	Engineering and Territory.			
Materia	Ingeniería y territorio.			
Departamento	Ingeniería del Transporte, Territorio y Urbanismo			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Rosa M. Arce Ruiz	Pte.	Todos	L y J (10.00-13.00)	Transyt, 2º planta	rosa.arce.ruiz@upm.es
Ana Belén Berrocal Menárguez	Secre-tario	Todos	L y J (10.00-13.00)	Torre, 8ª	anabelen.berrocal@upm.es
Julio Soria Lara	Vocal	Todos	L y J (10.00-13.00)	Torre, 7ª planta	julio.soria-lara@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.

Código	Competencia
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP10	Capacidad para la realización de estudios de planificación territorial, del medio litoral, de la ordenación y defensa de costas y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP14	Capacidad de realización de estudios, planes de ordenación territorial y urbanismo y proyectos de urbanización.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CE29	Capacidad para analizar y diagnosticar los condicionantes sociales, culturales, ambientales y económicos de un territorio, así como para realizar proyectos de ordenación territorial y planeamiento urbanístico desde la perspectiva de un desarrollo sostenible.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE36	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos de ordenación territorial, urbanismo y urbanización en asesoría, análisis, evaluación técnica, dirección, y gestión legal y técnica.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadas. Desarrolla la competencia transversal 4ª del Real Decreto.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Planifica el territorio, incorporando los efectos y condicionantes entre el medio ambiente y las infraestructuras.	CGP2, CGP12 CE30
RA2	Proyecta la ordenación territorial y el planeamiento urbano con criterios de sostenibilidad, analizando y diagnosticando los condicionantes sociales, culturales, ambientales y económicos. Conoce la influencia de las infraestructuras en la ordenación del territorio. Conoce el marco legal e institucional de la planificación territorial y urbanística y de la protección ambiental aplicable.	CGP3, CGP4 CGP5, CGP6 CGP10, CGP14 CE15, CE29 CE36, CE37
RA3	Facilita el trabajo colectivo interdisciplinar en la planificación territorial.	CT1, CT4

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Describe correctamente los sistemas territoriales, caracterizando su calidad y contribución a la capacidad de acogida para las realizaciones de la ingeniería civil. Describe correctamente las interrelaciones de factores, procesos y fenómenos territoriales.	RA1
IL2	Sí	Describe y valora correctamente los efectos histórico, social, económico, ambiental, cultural, político y globalizador de los planes, programas y proyectos de la ingeniería civil. Utiliza correctamente las fuentes de información para obtener y analizar datos relevantes. Interpreta con rigor los planes territoriales. Describe y aplica las bases de la normativa territorial española y europea.	RA2
IL3	No	Integra análisis y valoraciones individuales en el trabajo colectivo interdisciplinar en la planificación del territorio.	RA3

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Ejercicios de clase

10%

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase o como parte del estudio de la persona. También se valorará la participación en clase.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media ponderada de todos los ejercicios realizados durante el curso, de acuerdo con la dificultad de cada uno de ellos.

Momento y lugar: Las cuestiones de clase se plantearán, sin previo aviso, mediante un ejercicio en una de las horas de clase. La no asistencia supone un cero en el ejercicio. El ejercicio se realizará en la propia aula de clase. Las cuestiones planteadas a través del Aula Virtual (Moodle) se realizarán según condiciones y plazos que se anunciarán durante el curso.

PE2. Redacción de un trabajo de curso

30%

Descripción: En grupos de tres o cuatro personas, se redactará un trabajo, eligiendo la materia entre las de un listado que se propondrá durante el curso. En Moodle se incluirá un archivo con las directrices a seguir para la redacción, revisión, presentación pública en su caso, y entregas.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Trabajo de la persona entre sus actividades de la asignatura.

PE3. Primera prueba parcial

30%

Descripción: Consiste en la realización de un examen escrito, formado por varias preguntas de carácter teórico y/o práctico, con duración no superior a 2 horas, sobre el temario impartido hasta ese momento.

Criterios de calificación: Valoración de 0 a 10, calculando la media ponderada de la calificación obtenida en las preguntas planteadas.

Momento y lugar: Los que determine la Jefatura de Estudios.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

PE4. Examen final

30% o 60%

Descripción: Constará de dos partes. La primera parte deberán realizarla todas las personas matriculadas y consistirá en la segunda prueba parcial, un examen escrito, con duración no superior a 2 horas, formado por varias preguntas, de carácter teórico y/o práctico, correspondientes a los temas impartidos no incluidos en el primer parcial. Las personas que no hubieran alcanzado la calificación de 5 en la primera prueba parcial y aquellas otras que quieran mejorar su calificación de esa prueba, realizarán seguidamente un examen de la primera parte del temario, con las mismas características ya indicadas para la primera prueba parcial. La realización de esta parte del examen anula la calificación obtenida en el examen parcial.

Criterios de calificación: del segundo examen parcial: Valoración de 0 a 10, como media ponderada de las preguntas planteadas. Del examen final: Media de las notas de los dos exámenes parciales, siempre que estas no sean inferiores a 5.

Momento y lugar: Los que determine la Jefatura de Estudios.

PE4. Participación en el Blog PUMA

Descripción: Las personas que lo deseen, de forma voluntaria, podrán escribir un *post* (en inglés y español) relativo a cuestiones de actualidad o de interés en el marco de la ingeniería civil, el territorio y el medio ambiente, previa propuesta al equipo docente. Las instrucciones del *post* están disponibles en <http://blogs.upm.es/puma/>.

Criterios de calificación: La realización de un *post* puede suponer hasta 0,8 punto en la nota final de la persona. No se valorarán más *posts* de la misma persona. Este aumento en la nota final sólo será de aplicación para las personas que examinándose por evaluación continua hayan obtenido una nota final igual o superior a 4,5.

Momento y lugar: El trabajo se realizará en grupo fuera de clase. Se entregará por correo electrónico hasta la fecha del examen final.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la media ponderada de las calificaciones de los ejercicios de clase (PE1), del trabajo de curso (PE2) y las dos pruebas parciales (PE3 y PE4), siempre que esas tres últimas calificaciones no sean inferiores a 5. Para superar la asignatura, la calificación final deberá ser igual o superior a 5.

Si la persona en evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante “solo prueba final”.

Todas las personas con nota igual o superior a 4,5 pueden optar a un aumento de hasta 0,8 puntos en su nota final por la participación en el blog PUMA.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Consistirá en el mismo examen final, con las dos partes del temario que se ha indicado para las personas de evaluación continua y la presentación, individualmente, de un trabajo de curso semejante al anteriormente señalado.

Criterios de calificación: Valoración de 0 a 10, tanto para el examen (70%) como para el trabajo (30%). La calificación del examen será la media ponderada de la calificación de los ejercicios que lo forman. La media obtenida en cada parte, correspondiente a cada uno de los parciales, deberá ser igual o superior a 5.

Momento y lugar: Los que determine la Jefatura de Estudios.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será la media ponderada de la calificación obtenida en el examen final (70%) y de la obtenida en el trabajo (30%), siempre que esas calificaciones no sean inferiores a 5. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

7.1. Mediante “evaluación continua”

PE1. Ejercicios de clase

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos cortos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase o a través del Aula Virtual (Moodle).

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media ponderada de todos los ejercicios realizados durante el curso, de acuerdo con la dificultad de cada uno de ellos.

Momento y lugar: Los ejercicios planteados se entregan a través del Aula Virtual (Moodle) según las condiciones y plazos que se anuncian durante el curso.

PE2. Entregables

Descripción: Consiste en dos ejercicios teórico-prácticos por cada parte de la asignatura, correspondiente a los períodos de impartición que se definirían para cada parcial en el formato presencial. Estos ejercicios, de mayor entidad que los correspondientes a PE1, deberán realizarse de forma individual.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se puntuará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media ponderada de todos los ejercicios realizados durante el curso, de acuerdo con la dificultad de cada uno de ellos.

Momento y lugar: Los dos primeros ejercicios, correspondientes al primer parcial, se propondrán, antes de la fecha fijada para el primer parcial en el formato presencial, y, de igual manera, los dos ejercicios correspondientes al segundo parcial se propondrán antes de la fecha fijada para el primer parcial en el formato presencial. Los ejercicios podrán estar repartidos a lo largo del curso. Las condiciones particulares y fechas de entrega concretas en el Aula Virtual (Moodle) se especificarán en el propio enunciado de los ejercicios.

PE3. Examen final

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 1 hora. La primera está formada por preguntas de carácter teórico-práctico correspondientes a los temas relativos al primer parcial. La segunda parte está formada, del mismo modo, por preguntas de carácter teórico-práctico correspondientes a los temas relativos al segundo parcial. Todas las personas matriculadas están obligadas a examinarse de ambas partes para superar la evaluación continua. La calificación de cada una de las partes deberá ser igual o superior a 5 para que sus ejercicios sean considerados en la media de esta Prueba de Evaluación (PE3).

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de la Prueba de Evaluación PE3 será la media aritmética de los cuatro ejercicios, siempre y cuando la media de cada parte sea igual o superior a 5.

Momento y lugar: Los determina Jefatura de Estudios. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a quien se examine y el modo en que estos entregan sus respuestas figurarán claramente en la convocatoria del examen, que se publicará en Moodle con suficiente antelación.

PE4. Trabajo de curso

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

Descripción: Se redactará un trabajo, eligiendo la materia entre las de un listado que se propondrá durante el curso. En Moodle se incluirá un archivo con las directrices a seguir para la redacción, revisión, presentación pública en su caso, y entregas.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: El trabajo se realizará fuera de las horas de clase. Se entregará en la fecha que se anuncie en Moodle.

PE5. Participación en el Blog PUMA

Descripción: Las personas que lo deseen, de forma voluntaria, podrán escribir un *post* (en inglés y español) relativo a cuestiones de actualidad o de interés en el marco de la ingeniería civil y el medio ambiente, previa propuesta al equipo docente. Las instrucciones del *post* están disponibles en <http://blogs.upm.es/puma/>.

Criterios de calificación: La realización de un *post* puede suponer hasta 0,8 puntos en la nota final. No se valorarán otros *posts* de la misma persona. Este aumento en la nota final sólo será de aplicación para las personas que examinándose por evaluación continua hayan obtenido una nota final igual o superior a 4,5.

Momento y lugar: El trabajo se realizará fuera de clase. Se entregará por correo electrónico hasta la fecha del examen final.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consistirá en el mismo examen final, con las dos partes del temario que se ha indicado para las personas de evaluación continua y la presentación, individualmente, de un trabajo de curso semejante al anteriormente señalado.

Criterios de calificación. Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen, siempre que la media obtenida en cada parte del Examen final sea igual o superior a 4.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a quien se examine y el modo en que estos entregan sus respuestas figurarán claramente en la convocatoria del examen, que se publicará en Moodle con suficiente antelación.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será la media ponderada de la obtenida en el examen final (60%) y de la obtenida en el trabajo (40%). Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5, siempre que la calificación del examen final no sea inferior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)	Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Marco de la planificación territorial.		
Tema 1. Análisis y planificación territorial. La ordenación del Territorio. Conceptos. Introducción al análisis territorial. Definiciones conceptuales tradicionalmente aceptadas para la Ordenación del Territorio. Evolución histórica del concepto. Relación con otras disciplinas: Desarrollo Económico Regional y Urbanismo.	IL1	
Tema 2. Territorio, medio ambiente y sostenibilidad. Conceptos. Indicadores.	IL1	
Tema 3. El marco institucional y legal español en la Ordenación del Territorio. Los instrumentos de Ordenación del Territorio. La incidencia de los instrumentos de planeamiento territorial en los de planeamiento urbanístico. Legislación sectorial con incidencia sobre la Ordenación del Territorio.	IL2	
Tema 4. Esquema general del proceso de planificación. Carácter secuencial del proceso; fases. Los feed-back en el proceso de planificación.	IL2	
Capítulo II. Etapas de la planificación territorial.		
Tema 5. La descripción del sistema territorial.		
Características generales y necesidades de información en el planeamiento. Necesidades básicas de datos en los instrumentos de planificación.	IL2	
Tema 6. Las fuentes de datos en la planificación territorial. Análisis de la oferta básica de información en España. Agencias que proporcionan datos necesarios para la planificación territorial.	IL2	
Tema 7. Técnicas de planificación territorial.		
Técnicas de uso más frecuente en las distintas fases del proceso de planificación. Características generales de las técnicas.	IL2	
Tema 8. Fines y objetivos.		
Las metas en el proceso de planificación territorial. Distinción entre fines y objetivos. Formulación de fines y objetivos. Jerarquización. Fines y objetivos genéricos y específicos. El papel del planificador en la fijación de fines y objetivos.	IL2	
Tema 9. Generación de alternativas.		
Herramientas metodológicas en la generación de alternativas. El uso de modelos. Modelos territoriales. Escenarios.	IL2	
Tema 10. Evaluación y selección de alternativas.		
La evaluación como medio de selección de alternativas. Clases y tipos de evaluación. Métodos unicriterio y multicriterio.	IL2	
Tema 11. Evaluación ambiental. Métodos de evaluación ambiental. Los servicios de los ecosistemas.	IL2	
Tema 12. Métodos multicriterio. Distintos métodos multicriterio. I	IL2	
Tema 13. Métodos multicriterio. Distintos métodos multicriterio. II	IL2	
Tema 14. Participación pública en la planificación.		
Participación ciudadana y de otros agentes. Políticas europeas de participación. Herramientas.	IL2	
Capítulo III. Aplicación a la ordenación de espacios de uso específico y recursos básicos.		
Tema 15. Espacios naturales.		
Características. Tipos y singularidades. Ejemplos.	IL3	
Tema 16. Espacios rurales.		
Características. Tipos y singularidades. Ejemplos.	IL3	
Tema 17. El paisaje en planificación.		
El paisaje. Recurso territorial. Convenio europeo del paisaje. ejemplos	IL3	
Tema 18. Recursos hídricos.		
La gestión del agua. Implicaciones territoriales y estratégicas de las grandes obras hidráulicas. Ejemplos	IL3	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

Los profesores expondrán los contenidos necesarios para la comprensión de las materias de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del discente.

Clases prácticas:

Se dedicarán a la exposición de casos prácticos de aplicación de los procesos y herramientas de planificación, al planteamiento de los trabajos de curso a realizar, y a la presentación pública de algunos de esos trabajos seguida de debate sobre su contenido.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No están previstas prácticas adicionales en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

Las personas matriculadas estudiarán la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas y redactarán el trabajo de curso asignado.

Trabajo en grupo:

El señalado en 7.1.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar la resolución de dudas sobre las materias explicadas o la redacción del trabajo de curso.

Otros

Tanto las clases teóricas como las clases prácticas podrán impartirse presencialmente o por procedimientos electrónicos, según establezca la Universidad Politécnica de Madrid para aquellos casos en los que lo considere necesario.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

- ARCE, R. M. (2013). "La evaluación ambiental en la ingeniería civil", Mundi Prensa, Madrid.
- CAMPBELL, S. & FAIRSTEIN, S. eds. (1996), "The Structure and Debates of Planning Theory", in "Readings in Planning Theory". Cambridge, MA: Blackwell.
- CHADWICK, G. F. (1969), "A systems view of planning", Pergamon Press, Oxford. Trad. española "Una visión sistémica del planeamiento" Gustavo Gili, Barcelona, 1973.
- Governance of territorial and urban policies
– ESPON 2.3.2 project
- FALUDI, A. & MUKHOPADHYAY, C. (2015): "Introducing a theory of planning: Introducing a theory of planning. Andreas Faludi in conversation with Chandrima Mukhopadhyay", BK Books,
- FARINÓS DASÍ, J. Planificación de infraestructuras y planificación territorial. Gobernanza y gestión de dinámicas multiescales. Papers, nº 44
- FARINÓS DASÍ, J., ROMERO, J. editores (2007). Territorialidad y buen gobierno para el desarrollo sostenible. Nuevos principios y nuevas políticas en el espacio europeo, Publicaciones de la Universidad de Valencia, Valencia.
- FOLCH, R. (2003), Coord. "El territorio como sistema. Conceptos y herramientas de ordenación". Curso CUIMPB. Diputación de Barcelona.
- GOMEZ OREA, D. y GÓMEZ VILLARINO, A. (2013) Ordenación territorial, Mundiprensa.
- GÓMEZ ZOTANO, J., RIESCO CHUECA, P. (2010) Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles. Aplicación a tres escalas espaciales. Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Vivienda, Centro de Estudios Paisaje y Territorio
- McLOUGHLIN, J. Brian (1969) "Urban and Regional Planning", Faber and Faber, London. Trad. española "Planificación urbana y regional", Inst. de Estudios de Admón. Local, Madrid, 1971.
- PEARCE, D. W. (1971), "Cost-Benefit Analysis", Macmillan, London. Trad. española "Análisis coste-beneficio", Vicens Vives, Barcelona, 1973.
- POMEROL, J.J and BARBA-ROMERO, S. (2000) Multicriterion Decision in Management, Springer.
- RUS, G. (2008), "Análisis Coste-Beneficio", Ariel, Barcelona.
- TARROJA, A. y CAMAGNI, R. Coord. (2006), "Nueva cultura del territorio: Criterios sociales y ambientales en las políticas y el gobierno del territorio", Col·lecció: Territori i govern: Visions; 4. Diputació de Barcelona. Institut d'Edicions. Barcelona.
- TARROJA, A. y MATA, R. Coord. (2004), "El paisaje y la gestión del territorio: incorporación de criterios paisajísticos en la ordenación del territorio y el urbanismo", Curs CUIMPB, Diputación de Barcelona

Bibliografía complementaria:

Recursos Web:

En la zona virtual de la UPM (Moodle).

Equipamiento específico:

Biblioteca de la Escuela y del Seminario de Ordenación del Territorio.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1 y 2 3 h			Estudio temas 1 y 2 4 h			7 h
2	Tema 3 3 h			Estudio tema 3 4 h			7 h
3	Temas 4 y 5 2 h	Presentación trabajo de curso 1 h		Estudio temas 4 y 5 4 h			7 h
4	Tema 6 3 h			Estudio tema 6 4 h			7 h
5	Tema 7 3 h			Estudio tema 7 4 h			7 h
6		Taller temas 6 y 7 3 h		Estudio temas 6 y 7 4 h			7 h
7				Estudio examen 5 h	Examen parcial 3 h		8 h
8	Tema 8 3 h			Estudio tema 8 4 h			7 h
9	Temas 9 y 10 1 h	Práct. temas 9 y 10 2 h		Estudio temas 9 y 10 4 h			7 h
10	Tema 11, 12 y 13 3 h			Estudio temas 11, 12 y 13 4 h			7 h
11	Tema 14 1 h	Prácticas tema 14 2 h		Estudio tema 14 4 h			7 h
12		Taller temas 11-14 3 h		Preparación trabajos 4 h			7 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
13	Tema 15 1 h	Práct. tema 15 2 h		Estudio tema 15 4 h			7 h
14	Tema 16 1 h	Pract. Tema 16 2 h		Estudio tema 16 4 h			7 h
15	Tema 17 y 18 3 h			Estudio temas 17 y 18 4 h			7 h
16		Taller temas 15-18 3 h		Preparación trabajos 4 h			7 h
Hasta el examen				Preparación del examen final 5 h 30 min	Examen final 3 h		8 h 30 min
Horas	27 h	18 h		70 h 30 min	6 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Modelos Matemáticos para Sistemas de Ingeniería Civil

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000364	7,5	Formación científica	Común	Español
Nombre en inglés	Mathematical Modelling for Civil Engineering Systems			
Materia	Modelos Matemáticos para sistemas de Ingeniería Civil			
Departamento	Matemática e Informática Aplicadas a las Ingenierías Civil y Naval			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Miguel Martín Stickle	Pres	G2	L, M, X y V (13:30-15:00)	Lab. Mat	miguel.martins@upm.es
José Luis Romero Martín	Secr	Todos y G1	M (13-14:30) X (13-14:30) J (12:15-14:30)	Lab. Mat	jlromero@fi.upm.es
José Francisco Gómez García	Voc	Todos	M (12:45-14:45) X (9:45-11:15) J (9-11:30)	Planta 10	jfgomez60@gmail.com

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Cálculo I y II, Álgebra, Informática, Estadística, T.de Campos, Ecuaciones Diferenciales

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación 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.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

Código	Competencia
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE19	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.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conoce y aplica herramientas y modelos estadísticos avanzados a problemas de ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP18, CE19, CE33, CE39, CT2
RA2	Conoce y aplica técnicas y modelos de optimización a problemas de ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP18, CE19, CE33, CE39, CT2
RA3	Conoce y aplica herramientas de cálculo numérico a problemas de ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP18, CE19, CE33, CE39, CT2
RA4	Modeliza y predice el comportamiento de problemas en ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP18, CE19, CE33, CE39, CT2

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce/comprende modelos estadísticos más frecuentemente aplicados en Ingeniería Civil.	RA1

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL2	Sí	Conoce/comprende modelos de optimización más frecuentemente aplicados en Ingeniería Civil.	RA2
IL3	Sí	Conoce/comprende modelos numéricos más frecuentemente aplicados en Ingeniería Civil.	RA3
IL4	Sí	Conoce/comprende modelos matemáticos más frecuentemente aplicados en Ingeniería Civil.	RA4

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Ejercicios de clase **10%**

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase o través del Aula Virtual (Moodle). También se valorará la participación en clase.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media ponderada de todos los ejercicios realizados durante el curso, de acuerdo a la dificultad de cada uno de ellos.

Momento y lugar: Las cuestiones de clase se plantearán, sin previo aviso, un ejercicio en una de las horas de clase. El ejercicio se realizará en la propia aula de clase. Las cuestiones planteadas a través del Aula Virtual (Moodle) se realizarán según condiciones y plazos que se anunciarán durante el curso.

PE2. Exámenes parciales **90%**

Descripción: Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha.

Criterios de calificación: El examen se calificará de 0 a 10 haciendo la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE3. Examen final **100%**

Descripción: Constará de cinco partes, cada una con una duración aproximada de 1- 1,5 horas, que corresponden a los módulos en que el programa está dividido (Campos, Estadística, Optimización, Cálculo Numérico y Elementos Finitos). No están obligados a examinarse de esta prueba los alumnos que hayan obtenido una media igual o superior a 5 en los exámenes parciales, siendo cada una de las notas superior a 3.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte (la que deben realizar los alumnos que obtuvieron una calificación inferior a 5 en el examen parcial).

Nota. Los ejercicios, pruebas y actividades descritas se harán de forma telemática en el caso de que las disposiciones oficiales no permitieran la realización en forma presencial. Los detalles operativos, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos, el tipo de pruebas, y el modo de entregar las respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la más alta de las siguientes:

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

- La obtenida mediante evaluación continua, para los alumnos que hayan aprobado los exámenes parciales, siempre que la calificación en todos ellos no sea inferior a 3.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo, la nota obtenida en el mismo.

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante “solo prueba final”.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en un examen, formado por varias preguntas relativas a cualquier parte del contenido de la asignatura..

Criterios de calificación. Se realizará la media ponderada de todas las preguntas propuestas.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios. Será telemático si no se permite presencial. Los detalles operativos, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos, el tipo de pruebas, y el modo de entregar las respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Conceptos de teoría de campos	IL1
Tema 2. Modelos elípticos: Elementos finitos .	
2.1.Obtención de las ecuaciones de MEF (Método de Elementos Finitos).	IL2
2.2.Resolución mediante el MEF de problemas elípticos.	
Tema 3. Modelos hiperbólicos y parabólicos	
3.1.Modelos de tipo parabólico.	
3.2.Modelos de tipo hiperbólico: ecuaciones escalares	IL3
3.3.Modelos de tipo hiperbólico: sistemas de ecuaciones	
3.4. Técnicas de discretización: elementos finitos y SPH.	
Tema 4. Optimización.	
4.1.Ampliación teoría de grafos orientada a la optimización.	
4.2.Los problemas del camino óptimo y del árbol parcial óptimo.	IL4
4.3.Redes de transporte. Problema del flujo óptimo.	
4.4.Ampliación de programación lineal. Análisis de sensibilidad.	
4.5.Programación Dinámica y otras técnicas de Investigación Operativa.	
Tema 5. Seminario de Estadística avanzada.	IL5

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos 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.

El profesor expondrá los modelos con los que se aproximan los problemas físicos e ingenieriles a modelos

Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

se contempla la realización de trabajos específicos para grupos.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Apuntes de Clase y transparencias de las mismas.

2.1 Textos de Estadística Avanzada:

ELEMENTOS DE ESTADISTICA APLICADA. Teoría de Muestras e Interferencia Estadística. José Javier Muruzábal. Ed. Bellisco, 2012

ELEMENTOS DE ESTADISTICA APLICADA. Cálculo de Probabilidades y Teoría de Variable Aleatoria. José Javier Muruzábal. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2008.

2.2 Optimización:

C. BERGE: Graphes et Hypergraphes. Dunod, 1970

E. BUJALANCE y otros: Elementos de Matemática Discreta. Sanz y Torres, 1999.

O. COGIS y C. ROBERT: Théorie des Graphes. Vuibert, 2003.

S. FERNÁNDEZ BLANCO: Lecciones sobre optimización en grafos. Serv.Pub. ETSICCP, 2014.

J.L. GROSS y J. YELLEN: Graph Theory and its Applications. Chapman&Hall, 2006 (2nd Ed)

F.S. HILLIER y G.J. LIEBERMAN: Introducción a la Investigación de Operaciones. McGraw Hill, 2010 (5^a Ed.).

R. INFANTE: Métodos de Programación Matemática. UNED, 1991 (Unidades Didácticas, 2 tomos).

A. KAUFMANN: Métodos y Modelos de investigación de Operaciones. CECSA (3 tomos, varias fechas).

K.G. MURTY: Linear and Combinatorial Programming. John Wiley, 1976

H.A. TAHA: Investigación de Operaciones. Pearson, 2012 (9^a Ed)

W.T. TUTTE: Graph Theory. Cambridge Univ.Press, 2001

2.3. Cálculo Numérico:

Burden, R.L. y Faires, J.D. Análisis Numérico. Internacional Thomson Ed. 1998.

A.Ralston. Introducción al Análisis Numérico. Editorial Limusa-Wiley

A.Ralston P.Rabinowitz. A first course on numerical analysis. McGraw Hill 1983

G.H. Golub, C.F. Van Loan: Matrix Computations, North Oxford Academic, 1983

2.4. Elementos Finitos:

O.C. Zienkiewicz R.L.Taylor. The finite element method. I Its basis and fundamentals (6ed., Elsevier, 2005)

O.C. Zienkiewicz R.L.Taylor. The finite element method for Fluid Dynamics. II (6ed., Elsevier, 2005)

O.C. Zienkiewicz R.L.Taylor. The finite element method for Solid and Structural Mechanics. (6ed., Elsevier, 2005)

O.C.Zienkiewicz K.Morgan. Finite Element and Approximation. Wiley 1982

T.J.R. Hughes. The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis (Dover Civil and Mechanical Engineering) Paperback – August 16, 2000

K.J.Bathe. Finite Element Procedures in engineering analysis. Prentice Hall 1982

J.N. Reddy. An Introduction to the Finite Element Method. Mcgraw Hill, Series in Mechanical Engineering, 2006

Numerical Solution of Partial Differential Equations by Finite Element Method Dover Publications, 2009

Bibliografía complementaria:

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Repaso de Teoría de Campos 2 h	Repaso de Teoría de Campos 3 h		Estudio Teoría de Campos 7 h 15 min			12 h 15 min
2	Repaso de Teoría de Campos 2 h	Repaso de Teoría de Campos 3 h		Estudio Teoría de Campos 7 h 15 min			12 h 15 min
3	Repaso de Teoría de Campos 2 h	Repaso de Teoría de Campos 3 h		Estudio Teoría de Campos 7 h 15 min			12 h 15 min
4	Introducción Elem Finitos Elípticos 2 h	Introducción Elem Finitos 3 h		Introducción Elem Finitos 7 h 15 min			12 h 15 min
5	Introducción Elem Finitos Elípticos 2 h	Introducción Elem Finitos 3 h		Introducción Elem Finitos 7 h 15 min			12 h 15 min
6	Elem. Finitos Elípticos 2 h	Elem. Finitos Elípticos 3 h		Elem. Finitos Elípticos 7 h 15 min			12 h 15 min
7	Prob.hiperbólicos (Ecuación escalar) 2 h	Prob.hiperbólicos (Ecuación escalar) 3 h		Prob.hiperbólicos (Ecuación escalar) 7 h 15 min			12 h 15 min
8	Prob.hiperbólicos (Ecuación escalar) 2 h	Prob.hiperbólicos (Ecuación escalar) 3 h		Prob.hiperbólicos (Ecuación escalar) 7 h 15 min			12 h 15 min
9	Preparación de control 2 h	Preparación de control 3 h		Estudio Preparación control 7 h 15 min	3 h		12 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10	Prob.hiperbólicos (Sistemas) 2 h	Prob.hiperbólicos (Sistemas) 3 h		Prob.hiperbólicos (Sistemas) 7 h 15 min			12 h 15 min
11	Prob.hiperbólicos (Sistemas) 2 h	Prob.hiperbólicos (Sistemas) 3 h		Prob.hiperbólicos (Sistemas) 7 h 15 min			12 h 15 min
12	Discretización de Sistemas de ecuaciones hiperbólicas 2 h	Discretización de Sistemas de ecuaciones hiperbólicas 3 h		Estudio Discretización de Sistemas de ecuaciones hiperbólicas 7 h 15 min			12 h 15 min
13	Seminario Optimización 2 h	Seminario Optimización 3 h		Estudio Elem. Finitos Hiperb 7 h 15 min			12 h 15 min
14	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 2 h	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 3 h		Estudio Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 7 h 15 min			12 h 15 min
15	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 2 h	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 3 h		Estudio Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 7 h	3 h		12 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 4 h	Examen parcial final 7 h		11 h
Horas	32 h	45 h		112 h 30 min	13 h		202 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Sistemas de Abastecimiento y Saneamiento

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000368	4,5	Tecnología específica	Común	Español
Nombre en inglés	Water and wastewater engineering			
Materia	Sistemas de abastecimiento y saneamiento			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Isabel del Castillo González	Pte.	Todos	M y J (9 - 12)	Lab. Ing. Sanitaria	isabel.delcastillo@upm.es
Aurelio Hernández Lehmann	Secr.	Todos	L y M (18 - 21)	Lab. Ing. Sanitaria	aurelio.hernandez@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Formación en Ingeniería Civil y Territorial a nivel de grado, con conocimientos en Ingeniería Sanitaria y Gestión de residuos Servicios, así como formación básica en materiales de construcción, resistencia de materiales, hidráulica e hidrología.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.

Código	Competencia
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP9	Capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP16	Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de potabilización de aguas, incluso desalación, y depuración de estas. Recogida y tratamiento de residuos (urbanos, industriales o incluso peligrosos).
CE26	Capacidad para proyectar y dimensionar sistemas de depuración y tratamiento de aguas, así como residuos.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medio ambientales de las infraestructuras.
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.
CB07	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos
CB08	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Explica, conoce y tiene capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.	CGP9
RA2	Explica, conoce y tiene conocimientos adecuados de los tratamientos de potabilización, desalación y depuración de aguas, recogida y tratamiento de residuos, así como, diseñar, planificar, gestionar, mantener, conservar y explotar las infraestructuras desde la perspectiva ambiental y sostenible.	CGP12, CGP15, CGP16, CE30, CE37
RA3	Explica, conoce y tiene capacidad para proyectar y dimensionar sistemas de depuración y tratamiento de aguas, así como residuos.	CE26
RA4	Explica, conoce y tiene capacidad para conocer los aspectos técnicos, legales y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción desde la perspectiva medioambiental y sostenible.	CGP2, CGP3, CGP4, CGP5, CGP6, CGP9
RA76 - RA73	Planifica, diseña, proyecta, dirige y evalúa las obras, la gestión, el mantenimiento y la explotación de infraestructuras de abastecimiento, saneamiento, depuración y tratamiento de aguas, y de recogida y tratamiento de residuos, incorporando los efectos y condicionantes entre el medio ambiente y las infraestructuras.	CGP12, CGP15, CGP16, CE30, CE37

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Resuelve los problemas de planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.	RA1
IL2	Sí	Resuelve los aspectos científicos y tecnológicos de los tratamientos de potabilización, desalación y depuración de aguas, recogida y tratamiento de residuos, así como, su diseño, planificación, gestión, mantenimiento, conservación y explotación las infraestructuras desde la perspectiva ambiental y sostenible.	RA2
IL3	Sí	Resuelve los problemas relacionados con el proyecto y dimensionamiento de los sistemas de depuración y tratamiento de aguas, así como residuos.	RA3
IL4	Sí	Resuelve y aplica los conocimientos técnicos y legales en la evaluación de las infraestructuras y sistemas de transporte desde la perspectiva técnica, ambiental, constructiva, legislativa, de planificación, gestión, conservación, mantenimiento y desmantelamiento	RA4

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Ejercicios de clase

10%

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios asignados por el profesor que se realizarán en el horario de clase o fuera de él.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de todos los ejercicios realizados durante el curso.

Momento y lugar: Se plantearán ejercicios en la clases teóricas o prácticas sin previo aviso, que debe realizarse en la propia aula y se entregarán al finalizar la clase y los propuestos para realizar fuera se entregarán dentro de un el plazo fijado por el profesor.

PE2. Trabajos de investigación o aplicación, individuales o en grupo

10%

Descripción: Consiste en un trabajo de investigación sobre temas relacionados con la asignatura, asignados directamente por el profesor, de manera individual o en grupos de máximo 5 alumnos

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Será prefijado en tiempo, forma, lugar, contenidos y organización.

PE3. Examen parcial

40%

Descripción: Consiste en un examen sobre la materia tratada en los temas impartidos hasta la fecha (Temas 1 y 4), formado por 3 o 4 ejercicios de teoría, teórico-prácticos y/o problemas cortos y tendrá una duración aproximada de 3 horas. En caso de ser necesario, la evaluación se realizará mediante modalidad online.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. La calificación de cada tema será ponderado acorde al número de clases de cada tema. Al objeto de poder compensar, dentro del sistema de evaluación continua, se exigirá una nota mínima igual o superior a 4,0.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

PE4. Examen final**40% o 80%**

Descripción: Constará de dos partes. La primera, correspondiente a los temas 1 y 4, sólo la deben realizar aquellos alumnos que hayan tenido una calificación inferior a la establecida como nota mínima en el examen parcial, así como aquellos alumnos que quieran mejorar su calificación. La segunda parte la realizarán todos los alumnos y tratará sobre los contenidos de los temas 2, 3 y 5. Al igual que en la primera parte, al objeto de poder compensar dentro del sistema de evaluación continua, se establecerá la misma nota mínima y con los mismos criterios establecidos para el examen parcial en PE3. Cada una de estas dos partes constará de 3 o 4 ejercicios de teoría, teórico-prácticos y/o problemas cortos. La duración del examen será de unas 3 horas. En caso de ser necesario, la evaluación se realizará mediante modalidad online.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de cada tema será ponderado acorde al número de clases de cada tema. Al objeto de poder compensar, dentro del sistema de evaluación continua, se exigirá una nota mínima igual o superior a 4,0 en cada una de las dos partes del examen. Para los alumnos que realicen las dos partes, el examen final cuenta por el 80% en la calificación final, y para los que realicen sólo la segunda parte contará por 40%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte de la asignatura.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la puntuación más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que no realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (10%), PE3 (40%) y PE4 (40%).
- Para los alumnos que realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (10%) y PE4 (80%).

Para superar la asignatura se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Obtener una calificación final igual o superior a 5

Obtener una calificación mínima de 4 en las dos primeras partes del examen final.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

El sistema de evaluación "solo final" corresponderá al examen escrito individual de toda la asignatura completa.

Descripción: Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo (formado por dos partes) que se ha descrito para evaluación continua. En caso de ser necesario, la evaluación se realizará mediante modalidad online.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de la primera parte (Temas 1 a 4) y segunda parte (Temas 2, 3 y 5) será ponderado acorde al número de clases de cada tema. Al objeto de poder compensar, se exigirá una nota mínima igual o superior a 4,0 en cada una de las dos partes del examen.

Momento y lugar: Las fechas las determina Jefatura de Estudios.

Calificación de la asignatura mediante sólo por prueba final

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación media de la primera y segunda parte final igual o superior a 5.

Para los alumnos que no hayan realizado la primera parte del examen final, se utilizará para calificar esta parte su nota en el examen parcial, manteniendo los requisitos de una calificación mínima de 4 para compensar como se ha indicado en PE3.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. EL ABASTECIMIENTO Y EL SANEAMIENTO EN LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.	
1.1. Recursos de agua en el mundo y en España.	IL1
1.2. Estado del saneamiento en el mundo y en España	IL1
Tema 2. TRATAMIENTOS AVANZADOS DE AGUAS PARA ABASTECIMIENTO	
2.1. Esquema general de una ETAP. Procesos convencionales.	IL2
2.2. Coagulación-Floculación química y electrocoagulación	IL2
2.3. Decantación y filtración no convencional	IL2
2.4. Procesos de adsorción	IL2
2.5. Tratamientos con membranas	IL2
2.6. Procesos de desinfección y oxidación avanzada	IL2
Tema 3. DESALACION DE AGUAS	IL2
3.1. Obras de toma	IL2
3.2. Pretratamientos	IL2
3.3. Osmosis inversa y sistemas de recuperación de energía	
3.4. Remineralización y vertido de salmuera	IL3
Tema 4. TRATAMIENTOS AVANZADOS DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	IL2
4.1. Esquema general de una EDAR. Procesos convencionales.	IL3
4.2. Procesos de biomasa en suspensión con eliminación de nutrientes.	IL3
4.3. Procesos de fangos activos con separación por membrana.	IL3
4.4. Procesos tradicionales de biomasa fija	
4.5. Procesos modernos de biomasa fija.	IL3
4.6. Procesos mixtos: Biomasa fija y suspendida	IL3
Tema 5. TRATAMIENTOS AVANZADOS DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	
5.1. Normativa, calidades y usos	IL3
5.2. Tratamientos de regeneración de aguas residuales depuradas	IL3

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá de forma presencial los contenidos necesarios para la comprensión de los temas de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos, casos reales y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. También expondrán e ilustrarán los principales elementos y cálculo de los sistemas de tratamiento y depuración de aguas, tratamiento de residuos, así como, su ejecución y conservación y mantenimiento.

En caso de ser necesario, las clases se impartirán en modalidad online o con clases pregrabadas.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan la correcta comprensión de la asignatura. En estas clases se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones diversas, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento de diferentes casos, cálculo de las diferentes etapas de los procesos de tratamiento de aguas potables y depuración de aguas residuales, así como de tratamiento de residuos. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones, se dejará al alumno trabajar en casos, que, posteriormente, serán resueltos por el cuadro de profesores.

Estas clases se llevarán a cabo de forma presencial. En caso de ser necesario, las clases se impartirán en modalidad online o con clases pregrabadas.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas y se esforzará por resolver los ejercicios propuestos.

Trabajo en grupo:

El alumno realizará un trabajo de aplicación asignado por el profesor, de manera individual o en grupo, que deberá ser expuesto y debatido en el aula.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, el estudiante podrá requerir la ayuda del profesor para precisar las explicaciones de clase y encauzar su trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Cortacáns Torre, J.A. Eliminación biológica de nutrientes. Ed. Garceta. 4ª Edición de 2014.
Hernández Lehmann, A. Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales. Ed. Garceta. 2ª Edición. 2010.
Hernández Muñoz, A. Depuración y desinfección de las aguas residuales. Ed. Garceta. 6ª Edición. 2015.
Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering. Treatment and resource recovery. 5º Edición. McGraw-Hill. 2014.

Bibliografía complementaria:

Recursos Web:

Aplicación en moodle

Equipamiento específico:

Biblioteca y Laboratorio del Grupo de Investigación y de la ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1.1 y 1.2 3 h			Estudio tema 1,2,3 y 4 4 h			7 h
2	Tema 2.1 y 2.2 3 h			Estudio tema 5 y 6 4 h			7 h
3	Tema 2.3 2 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 7 y 8 4 h			7 h
4	Tema 2.4 y 2.5 2 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 9 4 h			7 h
5	Tema 2.6 2 h	Tema 10 1 h		Estudio tema 10 4 h			7 h
6	Tema 3.1 y 3.2 3 h			Estudio tema 11 4 h			7 h
7	Tema 3.3 y 3.4 3 h			Estudio tema 12 y 13 4 h			7 h
8	Tema 4.1 1 h	Tema 14 2 h		Estudio tema 14 4 h			7 h
9				Preparación primera prueba parcial 9 h	Primera prueba parcial 3 h		12 h
10	Tema 4.2 2h			Preparación trabajos 5 h			5 h
11	Tema 4.3 2 h	Tema 15 1 h		Estudio tema 15 4 h			7 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 4.4 1 h	Tema 16 2 h		Estudio tema 16 4 h			7 h
13	Tema 4.5 3 h			Estudio tema 1 17 4 h			7 h
14	Tema 4.6 3 h			Estudio tema 18 y 19 2 h			5 h
15	Tema 5.1 y 5.2 3 h			Estudio tema 20 y 21 2 h			5 h
16				Preparación del examen final 5 h			5 h
Hasta el examen				Preparación del examen final 9 h 30 min	Examen final 3 h		12 h 30 min
Horas	31 h	8 h		76 h 30 min	6 h		12 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Sistemas de Transporte

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000370	4,5	Tecnología específica	Común	Español/Inglés
Nombre en inglés	Transport Systems			
Materia	Sistemas de Transporte			
Departamento	Ingeniería del Transporte, Territorio y Urbanismo			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

NOTA. Se podrá impartir en inglés, en función del número de grupos y de la disponibilidad de profesorado.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Andrés Monzón de Cáceres	Pte.	Gr - B	L (9.30-12.30) M (9.30-12.30)	TRANSyT	andres.monzon@upm.es
María Eugenia López Lambas	Secr.	Todos	L (8.30-11.30) M (8.30-11.30)	TRANSyT	mariaeugenia.lopez@upm.es
Óscar Martínez Álvaro	Vocal	Gr -A	V (9.30-15.30)	Cátedra de Transportes	oscar.martinez@upm.es
Margarita Jiménez Corral	-	Todos	J (8:00-9:30) V (8:00-9:30)	Cátedra de Transportes	margarita.jimenezc@upm.es
Elena Lopez Suarez	-	Todos	V (16-18:30)	Cátedra de Transportes	elena.lopez@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

No hay prerequisites para cursar esta asignatura.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Se precisan los conocimientos básicos impartidos en la asignatura Transportes del Grado en Ingeniería Civil y Territorial (menciones de CC y TySU).

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP7	Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).
CGP8	Conocimiento de la problemática de diseño y construcción de los distintos elementos de un aeropuerto y de los métodos de conservación y explotación.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.
CE28	Conocimientos de la ingeniería y planificación del transporte, funciones y modos de transporte, el transporte urbano, la gestión de los servicios públicos de transporte, la demanda, los costes, la logística y la financiación de las infraestructuras y servicios de transporte.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CE40	Capacidad de aplicación integral de conocimientos en asesoría, análisis, diseño, cálculo, construcción, mantenimiento, conservación, explotación, gestión legal, gestión empresarial, planificación y gestión técnica de infraestructuras y sistemas de transporte.
CE41	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente. Desarrolla la competencia transversal 4ª del Real Decreto.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Planifica, proyecta, dirige y gestiona las obras, el mantenimiento y la explotación de infraestructuras de transporte, terrestre, marítimo y aéreo, incorporando los efectos y condicionantes entre el medio ambiente y las infraestructuras.	Todas las anteriores
RA2	Planifica, proyecta, dirige, evalúa y gestiona la creación y la explotación de sistemas integrados de transporte.	Todas las anteriores

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Comprende las características y los principios de la política del sector transportes, así los procedimientos de planificación de redes y servicios.	RA1, RA2
IL2	Sí	Entiende el funcionamiento del mercado de transportes y su regulación, para viajeros y mercancías, en los ámbitos urbano e interurbano	RA2
IL3	Sí	Conoce y maneja las principales bases de datos y sabe cómo realizar encuestas específicas de movilidad	RA1, RA2
IL4	Sí	Conoce las técnicas de modelización de la demanda de transportes y su aplicación para el análisis y pronóstico del sistema de transportes	RA1, RA2
IL5	Sí	Entiende la estructura de costes del sistema de transportes y cómo se establecen los precios y tarifas	RA2
IL6	Sí	Sabe realizar una evaluación de alternativas de transporte, y proponer cómo financiar infraestructuras y servicios	RA1, RA2
IL7	Sí	Entiende los retos de la sostenibilidad en el sector transportes, sus externalidades y sus impactos	RA1, RA2
IL8	Sí	Conoce las técnicas de gestión que aporta la sociedad de la información.	RA2

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Participación en clase y resolución de preguntas y casos prácticos

10%

Descripción: evaluar el grado y la calidad de la atención y participación del alumno en clases magistrales y prácticas

Criterios de calificación: mediante varios test a lo largo del curso y las preguntas en clase. La nota será la media de los test respondidos.

Momento y lugar: En clase, a lo largo del curso.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán	Peso
PE2. Resolución individual/autónoma asistida de casos prácticos <u>Descripción:</u> Consiste en resolver problemas o ejercicios prácticos que se distribuirán en clase <u>Criterios de calificación:</u> media de las calificaciones de los ejercicios realizados durante el curso. <u>Momento y lugar:</u> Reparto y explicación clase y resolución individual.	10%
PE3. Laboratorio de Transportes <u>Descripción:</u> Realización de visitas Técnicas y asistencia a Conferencia de Expertos sobre los diversos aspectos de la asignatura. <i>En los cursos 2023/24 y 2024/25 se realizará un Taller de carácter aplicado en Intercambiadores de Transporte, financiado por la convocatoria Experiencias Piloto de EELISA. La comunidad EELISA-on-the-MOVE realizará talleres juntamente con alumnos de las Escuelas de Arquitectura e Ingenieros de Telecomunicación, que serán evaluados para obtener créditos de la credencial EELISA.</i> <u>Criterios de calificación:</u> Se repartirá una hoja de evaluación en la que los alumnos deberán responder a preguntas sobre elementos clave de la visita o conferencia. <u>Momento y lugar:</u> Las visitas se harán a elementos relevantes del sistema de transporte, tanto de personas como mercancías. Las conferencias se celebrarán habitualmente en el aula, aunque pueden convocarse en otro lugar ocasionalmente.	10%
PE4. Examen final <u>Descripción:</u> Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 2 horas. La primera está formada por varias preguntas de carácter teórico y teórico-práctico. La segunda parte, está formada por ejercicios de aplicación de la teoría, en materia de modelización de la demanda y de costes y tarificación del transporte. <u>Criterios de calificación:</u> La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios. <u>Momento y lugar:</u> Los determina la Jefatura de Estudios.	70%
Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua La calificación final será la mayor de las dos alternativas siguientes: - Para los alumnos que hayan asistido a un 80% de las clases, la suma ponderada de las cuatro partes de la evaluación. - Para todos los alumnos, la calificación que hubiera obtenido el alumno mediante el método de evaluación "sólo prueba final" descrito a continuación. Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5. Si el alumno no superase la asignatura mediante evaluación continua en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".	
7.2. Mediante "sólo prueba final" <u>Descripción:</u> Será el mismo examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua. <u>Criterios de calificación:</u> Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen. <u>Momento y lugar:</u> Los determina la Jefatura de Estudios y se publican en la Guía del Alumno.	

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

7.3. Posibilidad de actividades telemáticas

Si por emergencia sanitaria u otras razones, la autoridad competente suspendiera las clases presenciales, la impartición de la docencia o la realización de pruebas podrá realizarse de manera telemática, de modo temporal mientras dure la emergencia.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Planificación de Sistemas de Transporte	IL1
1.1. El sector transportes: evolución y tendencias 1.2. Características de los modos y la multimodalidad 1.3. Comportamiento espacial y temporal de la movilidad 1.4. Política de transportes de la UE 1.5. Planes de Transporte en España 1.6. Criterios de planificación de redes de transporte	
Tema 2. El mercado de transportes	IL1, IL2
2.1. Regulación del mercado, competencia y liberalización 2.2. La prestación de servicios de transporte. Marco legal. 2.3. El transporte de mercancías. Logística. 2.4. El transporte de viajeros como servicio público. 2.5. Transporte urbano.	
Tema 3. La demanda de transporte	IL3, IL4
3.1. Información estadística de los modos de transporte 3.2. Encuestas de movilidad: diseño y explotación 3.3. Modelización de las redes de transporte 3.4. Modelos de elección discreta en basados en la utilidad 3.5. Prognosis y gestión de la demanda de transportes	
Tema 4. Principios de Economía del Transporte	IL2, IL5, IL7
4.1. El mercado de transporte y el óptimo económico 4.2. Estructuras de costes según modos 4.3. Precios y tarifas 4.4. Costes externos del transporte y su internalización 4.5. La gestión de las empresas de transporte	
Tema 5. Financiación de Infraestructuras y Servicios	IL6
5.1. Sistemas de financiación de infraestructuras 5.2. Financiación de los servicios de transporte 5.3. Gestión y Financiación del Transporte Urbano	
Tema 6. Sostenibilidad y Desarrollo	IL1,IL7,IL8
6.1. Los retos de la sostenibilidad en el sector transporte	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
6.2. Políticas de cohesión territorial y social	
6.3. Medio ambiente y calidad de vida	
6.4. La gestión del transporte en la sociedad de la información	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar las capacidades del alumno. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándolo a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones.

Clases prácticas:

Las clases prácticas servirán para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Laboratorio de Transporte – conocimiento del sector transportes

El Laboratorio de Transporte consistirá en visitas técnicas y conferencias de especialistas. En el curso presente y siguiente incluye también talleres en el marco de experiencias piloto de la EELISA European University. Se realizan talleres multidisciplinares con un grupo seleccionado de alumnos que trabajan con equipos multidisciplinares en intercambiadores de transporte.

Laboratorio de Transporte – Práctica de modelos:

Se realizará una práctica con modelos de demanda de transportes

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas.

Posibilidad de actividades telemáticas

Si por emergencia sanitaria u otras razones, la autoridad competente suspendiera las clases presenciales, la impartición de la docencia, tutorías y laboratorio, o la realización de pruebas podrá realizarse de manera telemática, de modo temporal, mientras dure la emergencia.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

The Transport System: markets, modes and policies. Tim Powell. London, 2001. Ed. PTRC.
Transport Economics. Kenneth J. Button. Edwar Elgar, UK, 1993
Transportes: un enfoque integral. Izquierdo, R. et al. (2001). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.

Bibliografía complementaria:

Modelos de Transporte (Transport Modelling) – Juan de Dios Ortuzar, Luis Willumsem, Universidad de Cantabria, 2008

European Transport Economics. Jacob Polak, Arnold Heertje. CEMT, París, 2001

Economía del Transporte – Ginés de Rus et al. Ed. Antonio Bosch, Barcelona, 2003

Privatization and Regulation of Transport Infrastructure. Antonio Estache, Ginés de Rus. World Bank, Washington, 2000.

El Economista Camuflado. Tim Harford. Oxford University Press, 2006.

Recursos Web:

Encuesta Movilia– Ministerio de Fomento - www.fomento.es

Censo- movilidad hogares INE: www.ine.es

Observatorio del Transporte y la Logística - www.observatoriotransporte.mitma.es

Observatorio de la Movilidad Metropolitana – www.observatoriomovilidad.es

Área virtual UPM (MOODLE)

Equipamiento específico:

Modelos de planificación de la demanda VISSUM, VISSIM

EELISA EUROPEAN UNIVERSITY:

La asignatura Sistemas de Transporte está ligada a la Comunidad EELISA-on-the-MOVE. En el curso 2023-24 y 2024-25 se realizarán visitas técnicas y talleres multidisciplinares en intercambiadores de transporte juntamente con alumnos de asignaturas de las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería de Telecomunicación. La participación y acreditación de esta actividad será reconocida para obtener la credencial EELISA de los estudiantes UPM.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver nota)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio tema 1 2 h 15 min			5 h 15 min
2	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 2 h 10 min		Práctica 1 h 15 min	5 h 25 min
3	Tema 2 2 h		Práctica 2 h	Estudio tema 2 2 h 10 min		Test 1 h 15 min	7 h 25 min
4	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 2 h 10 min		Test 2 h 30 min	6 h 40 min
5	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h	Conferencia 2 h	Estudio tema 3 3 h 15 min			8 h 15 min
6	Tema 3 1 h		Práctica Modelos 2 h	Estudio tema 3 3 h 35 min			6 h 35 min
7	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h	Práctica Modelos 2 h	Estudio tema 3 2 h 15 min			7 h 15 min
8	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 2 h 15 min			5 h 15 min
9	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h	Conferencia 2 h	Estudio tema 4 2 h 15 min			7 h 15 min
10	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 2 h 10 min		Práctica 1 h 15 min	5 h 25 min
11	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h	Visita Técnica/Taller 2 h	Estudio tema 5 2 h 15 min			7 h 15 min
12	Tema 5 2 h			Estudio tema 5 2 h 10 min		Práctica 1 h 15 min	5 h 25 min

Semana (ver nota)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
13	Tema 5 1 h	Tema 5 2 h	Visita Técnica/Taller 2 h	Estudio tema 5 2 h 15 min			7 h 15 min
14	Tema 6 3 h			Estudio tema 8 2 h 15 min			5 h 15 min
15	Repaso 1 h		Discusión práctica 2 h	Estudio y preparación Examen Final 11 h 05 min			14 h 05 min
Hasta el examen				Estudio y preparación examen final 12 h 30 min	Examen final 5 h		17 h 30 min
Horas	29 h	7 h	16 h	57 h	5 h	7 h 30 min	121 h 30 min

NOTA Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro en el que se presenta el calendario académico.

Termomecánica de Medios Continuos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000365	4,5	Formación científica	Común	Español
Nombre en inglés	Continuum Thermomechanics			
Materia	Termomecánica de medios continuos			
Departamento	Ciencia de los Materiales			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Beatriz Sanz Merino	Pte.	Todos	Cualquier día en horas lectivas a convenir por correo-e	Lº Física	beatriz.sanz@upm.es
Andrés Valiente Cancho		Todos	Cualquier día en horas lectivas a convenir por correo-e	Lº Física	andres.valiente@upm.es
Jaime Planas Rosselló		Todos	Cualquier día en horas lectivas a convenir por correo-e	Lº Física	jaime.planas@upm.es
Javier Segurado Escudero	Vocal	Todos	Cualquier día en horas lectivas a convenir por correo-e	Lº Física	javier.segurado@upm.es
Victor Rey de Pedraza	Secr	Todos	Cualquier día en horas lectivas a convenir por correo-e	Lº Física	v.rey@upm.es
José Miguel Atienza Riera		Todos	Cualquier día en horas lectivas a convenir por correo-e	Lº Física	josemiguel.atienza@upm.es
Mihaela Iordachescu		Todos	Cualquier día en horas lectivas a convenir por correo-e	Lº Física	mihaela.iordachescu@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación 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
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales
CE20	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.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica con carácter predictivo las leyes generales de la termomecánica de los medios continuos en mecánica de fluidos, mecánica de sólidos y materiales, mecánica de suelos y teoría de estructuras.	CGP1, CGP6, CGP18, CE20, CE33, CE39, CT2, CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce, interpreta y aplica los modelos teóricos que describen y cuantifican el movimiento, las fuerzas internas y los efectos térmicos en los medios continuos.	RA1
IL2	Sí	Conoce, interpreta y aplica los principios de la Mecánica y de la Termodinámica a los medios continuos.	RA1
IL3	Sí	Conoce, interpreta y aplica los modelos teóricos que describen las ecuaciones constitutivas y las simetrías materiales de los medios continuos.	RA1

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL4	SÍ	Conoce, interpreta y aplica los modelos teóricos que resultan de combinar los principios de la Mecánica y de la Termodinámica con las ecuaciones constitutivas específicas de los fluidos, sólidos hookeanos, sólidos elásticos no lineales y sólidos elástoplásticos.	RA1

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Ejercicios de clase

10%

Descripción: Resolución de problemas propuestos a través del Aula Virtual (MOODLE).

Criterios de calificación: El profesor otorgará una puntuación entre 0 y 10 puntos por participación y calidad en la realización los problemas propuestos.

Momento y lugar: Aula Virtual (MOODLE) con plazos y condiciones y plazos que se anunciarán al principio de curso.

PE2. Prueba intermedia de resolución autónoma de ejercicios y problemas

35%

Descripción: A mitad del semestre, el estudiante deberá resolver individualmente y por escrito 2 problemas del tipo de los resueltos en las clases de ejercicios impartidas en ese periodo.

Criterios de calificación: La prueba dedicada a los problemas de clase se puntuará de 0 a 35.

Momento y lugar: En el aula de exámenes, el día hora que asigne la Jefatura de Estudios.

PE3. Examen final

55%

Descripción: El examen final consistirá en 2 ejercicios de aplicación de la teoría explicada en clase.

Criterios de calificación: El examen final se calificará de 0 a 55 puntos.

Momento y lugar: El examen final se realizará en el aula de exámenes en la fecha y hora que determine la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final de la asignatura será la mayor de las que resulten de sumar las puntuaciones obtenidas por ejercicios de clase, por prueba intermedia de problemas, por examen global, o de multiplicar esta última por 100/55. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 50.

Ninguna de las calificaciones parciales obtenidas en una edición de la asignatura será consolidable para ediciones futuras.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Tanto el examen final ordinario como el examen final extraordinario consistirán en 2 ejercicios de aplicación de la teoría explicada en clase.

Criterios de calificación. Todos los ejercicios de los exámenes ordinario y extraordinario tendrán igual peso en la calificación del examen. Ambos exámenes se calificarán de 0 a 10 puntos.

Momento y lugar. Los exámenes ordinario y extraordinario se realizarán en el aula de exámenes en la fecha y hora que determine la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

7.bis. Adaptación a pruebas de evaluación realizadas en formato no presencial y sus criterios de calificación

7.1.bis. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Ejercicios de clase	10%
---------------------------------	------------

Descripción. Resolución de problemas propuestos a través del Aula Virtual (MOODLE).

Criterios de calificación. El profesor otorgará una puntuación entre 0 y 10 puntos por participación y calidad en la realización los problemas propuestos.

Momento y lugar. Aula Virtual (MOODLE) con plazos y condiciones y plazos que se anunciarán al principio de curso.

PE2. Examen refundido de evaluación progresiva	90%
---	------------

Descripción. El examen refundido de evaluación progresiva abarcará la totalidad de la asignatura y consistirá en 2 ejercicios de aplicación de la teoría explicada en clase. El ejercicio A versará sobre los temas de la primera parte de la asignatura y el ejercicio B sobre los de la segunda parte.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se puntuará de 0 a 10.

Momento y lugar. A determinar por la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación progresiva

La calificación final de la asignatura será la puntuación más alta de las dos siguientes:

- La puntuación media del examen refundido con igual ponderación para los dos ejercicios.
- La media ponderada de las puntuaciones obtenidas por los ejercicios telemáticos (10%), y los ejercicios A (60%) y B (30%) del examen refundido. Estas ponderaciones corresponden a los pesos y presencias de las diferentes temáticas en las pruebas de la evaluación progresiva previstas para enseñanza presencial.

Para aprobar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

7.2bis. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Tanto el examen final ordinario como el extraordinario constarán de 2 ejercicios de aplicación de la teoría explicada en clase y de los métodos experimentales explicados en el laboratorio. El examen final ordinario y el examen refundido son el mismo examen.

Criterios de calificación. Tanto el examen final ordinario como el extraordinario se puntuarán de 0 a 10 y todos sus ejercicios tendrán el mismo peso.

Momento y lugar. A determinar por la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final ordinario o en el extraordinario. Para aprobar la asignatura, esta calificación debe ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. El medio continuo como sistema mecánico. 1.1. Movimiento de medios continuos. Materiales 1.2. Conservación de la masa. Arrastre 1.3. Fuerzas exteriores en medios continuos 1.4. Fuerzas interiores en medios continuos	IL1
Tema 2. Cinemática lagrangiana de medios continuos. 2.1. Configuraciones de un medio continuo 2.2. Descripción lagrangiana del movimiento de un medio continuo 2.3. Tensor de deformación local 2.4. Deformaciones de un medio continuo 2.5. Tensores de Cauchy–Green	IL1
Tema 3. Régimen de pequeñas deformaciones. 3.1. Campo de desplazamientos 3.2. Condición de pequeñas deformaciones 3.3. Tensor de pequeñas deformaciones 3.4. Ecuaciones de compatibilidad	IL1
Tema 4. Cinemática euleriana de medios continuos. 4.1. Campos de velocidades y aceleraciones de un medio continuo 4.2. Tensor velocidad de deformación 4.3. Ecuación de continuidad 4.4. Movimientos de sólido rígido	IL1
Tema 5. Fuerzas internas en medios continuos. 5.1. Tensiones 5.2. Tensor de tensiones de Cauchy 5.3. Tracción, compresión y corte simples 5.4. Estados de tensión cilíndrico y esférico 5.5. Estados de tensión uniaxial, biaxial y triaxial	IL1
Tema 6. Teoremas de la Mecánica para medios continuos. 6.1. Teorema del momento lineal 6.2. Teorema del momento angular 6.3. Simetría del tensor tensiones: tensiones y direcciones principales 6.4. Tensiones estáticamente determinadas 6.5. Teorema de la energía 6.6. Teorema de las potencias virtuales 6.7. Tensores de tensión de Piola-Kirchhoff	IL1, IL2
Tema 7. Calor y temperatura en medios continuos. 7.1. Intercambios de calor en medios continuos 7.2. Campo de temperaturas de un medio continuo 7.3. Conducción de calor en medios continuos 7.4. Ley de Fourier de conducción de calor	ILI
Tema 8. Leyes de la Termodinámica para medios continuos. 8.1. Primer principio de la Termodinámica para medios continuos 8.2. Energía interna de medios continuos 8.3. Segundo principio de la Termodinámica para medios continuos 8.4. Entropía de medios continuos	IL2

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
8.5. Desigualdad de Clausius–Duhem. Disipación interna.	
Tema 9. Ecuaciones constitutivas de medios continuos.	IL3
9.1. Determinismo, acción local y objetividad	
9.2. Materiales simples	
9.3. Objetividad de magnitudes físicas y ecuaciones constitutivas	
9.4. Ligaduras internas en materiales simples	
Tema 10. Simetrías materiales de medios continuos.	IL3
10.1. Configuraciones de referencia indistinguibles: condición de Noll	
10.2. Grupos de configuraciones de referencia indistinguibles	
10.3. Sólidos, fluidos y cristales fluidos	
10.4. Sólidos isótropos	
Tema 11. Fluidos.	IL4
11.1. Ecuaciones constitutivas de los fluidos	
11.2. Fluidos stokesianos. Incompresibilidad	
11.3. Fluidos newtonianos. Incompresibilidad	
11.4. Ecuaciones fundamentales de la Mecánica de fluidos	
Tema 12. Sólidos elásticos isótropos.	IL4
12.1. Ecuaciones constitutivas de los sólidos elásticos	
12.2. Ecuaciones constitutivas de los sólidos elásticos isótropos	
12.3. Ecuaciones constitutivas de los sólidos elastoméricos	
12.4. Termomecánica de sólidos elastoméricos	
Tema 13. Termomecánica de sólidos hookeanos.	
13.1. Propiedades del material hookeano	
13.2. Deformación mecánicas y térmicas del material hookeano	
13.3. Ecuaciones constitutivas termomecánicas del material hookeano	
13.4. Funciones termodinámicas del material hookeano	
Tema 14. Sólidos elastoplásticos isótropos.	IL4
14.1. Comportamiento del sólido elastoplástico isótropo bajo tensión uniaxial	
14.2. Criterios de plastificación	
14.3. Ecuaciones constitutivas del sólido elastoplástico isótropo	
14.4. Ecuaciones de Prandtl-Reuss	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá e ilustrará con referencias concretas los conceptos, principios, desarrollos lógicos, resultados y métodos de aplicación de los modelos teóricos cuya asimilación confiere las competencias transversales y específicas de la asignatura. Asimismo estimulará la intervención del estudiante en la exposición mediante invitaciones abiertas a reflexionar públicamente sobre contenidos locales de las explicaciones.

Clases prácticas:

El profesor expondrá y debatirá con los estudiantes la resolución de problemas de aplicación de la teoría que requieran el ejercicio de las competencias a adquirir en la asignatura. El rigor lógico en la resolución de los problemas y su rigurosa continuidad con las explicaciones teóricas serán cuidados con el máximo detalle. Los enunciados de los problemas a resolver en cada clase serán conocidos de antemano por el estudiante.

Prácticas de laboratorio o de campo:

La asignatura no incluye prácticas de laboratorio.

Trabajo autónomo:

El estudiante deberá examinar en profundidad los problemas resueltos en clase para ubicarlos en su contexto teórico adecuado, y para constatar reflexivamente el pleno soporte lógico y metodológico que el modelo teórico aporta a la resolución. Con este bagaje deberá abordar por sí solo la resolución de los problemas propuestos por el profesor como continuación de los resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

Los ejercicios de entrega telemática serán iguales para todos los estudiantes, aunque con datos personalizados. Se persigue con ello fomentar el intercambio y contraste de conocimientos como estímulo del aprendizaje en grupo que complementa y facilita el aprendizaje individual.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

Adaptación a la docencia online

Si se produjese durante el transcurso de la asignatura una alerta sanitaria que imposibilitase el desarrollo de los seminarios o tutorías presencialmente éstas serían desarrolladas mediante las herramientas tecnológicas puestas a disposición por la Universidad Politécnica de Madrid.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

E. M. Gurtin, E. Friedy L. Anand (2010). *The Mechanics and Thermodynamics of Continua*. Cambridge University Press.

F Gálvez y V. Sánchez Gálvez (2017). *Plastic Behaviour of Materials*, García-Maroto Editores.

A. Valiente (2014). *Comportamiento mecánico de materiales. Elasticidad y Viscoelasticidad*, García-Maroto Editores.

A. Valiente (2013). *Introducción la Elasticidad (Teoría y Problemas)*, García-Maroto Editores.

Bibliografía complementaria:

C. Truesdell, W. Noll y S. S Antman (2004), *The non-linear field theories of mechanics*, Springer.

J. Salençon (2001), *Handbook of Continuum Mechanics*, Springer

R. W. Odgen (1998), *Non-Linear Elastic Deformations*, Dover.

K. D. Hjelmstad (2005), *Fundamentals of Structural Mechanics*, Springer

R. Hill (1998), *Mathematical Theory of Plasticity*, Oxford Classic Texts in the Physical Sciences

P. Chadwick (1999), *Continuum Mechanics: Concise Theory and Problems*, Dover Books on Physics

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Ciencia de Materiales.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividade s	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h 15 min			7 h 15 min
2	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 4 h 15 min			7 h 15 min
3	Temas 3 y 4 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h 15 min			7 h 15 min
4	Temas 4 y 5 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 4 4 h 15 min			7 h 15 min
5	Tema 6 1 h	Tema 6 2 h		Estudio temas 5 y 6 4 h 15 min			7 h 15 min
6	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 4 h 15 min			7 h 15 min
7	Temas 7 y 8 2 h	Temas 7 y 8 1 h		Estudio temas 7 y 8 4 h 15 min			7 h 15 min
8	Tema 9 3 h			Estudio tema 9 6 h 15 min	Control intermedio 2 h		11 h 15 min
9	Tema 10 2 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 10 4 h 15 min			7 h 15 min
10	Temas 11 y 12 2 h	Tema 11 1 h		Estudio tema 11 4 h 15 min			7 h 15 min
11	Tema 12 2 h	Tema 12 1 h		Estudio tema 12 4 h 15 min			7 h 15 min
12	Tema 13 2 h	Tema 12 1 h		Estudio tema 13 4 h 15 min			7 h 15 min
13	Tema 14 2 h	Tema 13 1 h		Estudio tema 13 4 h 15 min			7 h 15 min
14	Tema 14 1 h	Temas 13 y 14 2 h		Estudio tema 14 4 h 15 min			7 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
15	Tema 14 1 h	Tema 14 2 h		Estudio tema 14 4 h 15 min			7 h 15 min
Hasta el examen				Estudio personal 5 h 45 min	Examen final 3 h		8 h 45 min
Horas	28 h	17 h		71 h 30 min	5 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Segundo Semestre

Economía

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000376	3	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Economics			
Materia	Economía Aplicada			
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Antonio Sánchez Soliño	Pte	Todos	X (17-20) J (17-20)	Torre, 6ª	antonio.sanchezso@upm.es
Vicente Alcaraz Carrillo de Albornoz	Secr.	Todos	J y V (11-14)	Torre, 6ª	vicente.alcarazc@upm.es
Juan Molina Millán	Vocal	Todos	J y V (11-14)	Torre, 6ª	juan.molina@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación 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.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.

Código	Competencia
CE40	Capacidad de aplicación integral de conocimientos en asesoría, análisis, diseño, cálculo, construcción, mantenimiento, conservación, explotación, gestión legal, gestión empresarial, planificación y gestión técnica de infraestructuras y sistemas de transporte.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso. Desarrolla la competencia transversal 3ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conoce los fundamentos económicos teóricos y metodológicos de las técnicas de financiación, planificación, explotación, y gestión empresarial y laboral aplicadas a las infraestructuras y servicios de ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP17, CE33, CE37, CE40, CT2 y CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Aplica correctamente las herramientas metodológicas del análisis económico a las actividades de financiación, planificación, explotación y gestión de las infraestructuras y servicios de ingeniería civil.	RA1

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Asistencia y ejercicios 15%

Descripción: Consiste en la asistencia a clase y la resolución de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase o en casa. También se valorará la participación en clase.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media de todos los ejercicios realizados durante el curso.

Momento y lugar: Las cuestiones y ejercicios se plantearán en una de las horas de clase. El ejercicio se realizará en la propia aula de clase o en casa.

PE2. Examen final 85%

Descripción: Consiste en un único examen, cuya duración será de unas 2 horas. Consistirá en varias preguntas de carácter teórico-práctico. En el caso de que el examen tenga que ser online por disposición legal, el formato del examen será similar.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de los ejercicios que lo componen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

En cualquier caso, para los alumnos de evaluación continua, la calificación final de la asignatura no será inferior a la obtenida en el examen final.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante “solo prueba final”.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Será el mismo examen final que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación. El examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de los ejercicios que lo componen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

Evaluación mediante métodos online

Si se produjese durante el transcurso de la asignatura una alerta sanitaria que imposibilitase el desarrollo de las pruebas de evaluación presencialmente éstas serían desarrolladas mediante las herramientas tecnológicas puestas a disposición por la Universidad Politécnica de Madrid.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Conceptos básicos de economía 1.1. Introducción a la ciencia económica 1.2. El modelo competitivo básico 1.3. Los mecanismos de asignación de recursos 1.4. El papel de los precios 1.5. Curvas de demanda y oferta, y sus desplazamientos 1.6. La elasticidad-precio de la demanda y de la oferta 1.7. Interferencias en la ley de la oferta y la demanda 1.8. La elección del consumidor 1.9. Optimización de las decisiones de consumo, de trabajo y de ahorro	IL1
Tema 2. Los costes de producción 2.1. Costes y factores de producción 2.2. Costes a corto y largo plazo 2.3. Costes y estructuras de los mercados 2.4. Curvas isocuantas e isocostes 2.5. Elección del proceso técnico de producción 2.6. Aplicaciones al sector de ingeniería civil	IL1
Tema 3. Estructuras de los mercados 3.1. La empresa en competencia perfecta 3.2. Entrada, salida y oferta del mercado 3.3. Oferta a corto y largo plazo 3.4. Monopolios y competencia imperfecta	IL1

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 4. Objetivos e indicadores macroeconómicos	IL1
4.1. Definición y medición del Producto Interior Bruto	
4.2. El paro	
4.3. La inflación	
4.4. El sector exterior	
4.5. Determinantes de la productividad de la economía	
4.6. El ciclo económico	
Tema 5. La asignación pública de bienes y servicios	IL1
5.1. Los fallos del mercado	
5.2. Bienes públicos y bienes preferentes	
5.3. Externalidades	
5.4. Aplicación al caso de las infraestructuras	
5.5. Gestión pública o privada de bienes y servicios asignados por el sector público	
Tema 6. Economía y medio ambiente	IL1
6.1. Integración del medio ambiente en el análisis económico	
6.2. El modelo del “gap ecológico”	
6.3. Economía y política medioambiental	
6.4. Infraestructuras y medio ambiente	
Tema 7. Vías de provisión y financiación de las obras públicas	IL1
7.1. Las necesidades de inversión en infraestructuras	
7.2. Vías directas e indirectas	
7.3. Tipologías contractuales de derecho público	
7.4. Tipologías contractuales de derecho patrimonial y privado	
7.5. Tipologías contractuales de derecho mixto	
7.6. Las colaboraciones público privadas	
7.7. La financiación de las infraestructuras	
Tema 8. Introducción a la evaluación de proyectos de inversión	IL1
8.1. Planteamiento general del análisis de inversiones	
8.2. Análisis de riesgos en los proyectos de inversión	
8.3. Rentabilidad de los proyectos de inversión	
Tema 9. Análisis Coste-Beneficio	IL1
9.1. Concepto de Análisis Coste-Beneficio	
9.2. Agentes directamente implicados en el proyecto	
9.3. Externalidades. Técnicas de valoración. Elección de la tasa de descuento.	
9.4. Criterios de selección de proyectos	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad del alumno de comprensión de los problemas económicos. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones. En el caso de que no sean posibles las clases presenciales, las clases se desarrollarán online.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. En las clases prácticas, se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones diversas, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y en la resolución de una amplia variedad de problemas. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor. En el caso de que no sean posibles las clases presenciales, el profesor planteará los problemas y su resolución de forma telemática.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías:

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Varian, H.R. (2015): "*Microeconomía Intermedia*". Ed. Antoni Bosch, 9ª edición.

Stiglitz, Joseph (1998): "*Macroeconomía*". Editorial Ariel. Barcelona

López Corral, Antonio M. y Sánchez Soliño, A. (2000): "*Economía Pública e infraestructuras*". Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Madrid

Sánchez Soliño, A. (2023): "*Las Colaboraciones Público-Privadas. Fundamentos económicos*". Ed. UPM Press, Madrid.

Bibliografía complementaria:

Ver la bibliografía relacionada en las obras arriba citadas.

Recursos Web:

Equipamiento específico:

Biblioteca de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 2 h 50 min			4 h 50 min
2	Tema 2 1 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 2 h 50 min			4 h 50 min
3	Tema 2 1 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 2 h 50 min			4 h 50 min
4	Tema 3 2 h			Estudio tema 3 2 h 50 min			4 h 50 min
5	Tema 3 1 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 2 h 50 min			4 h 50 min
6	Tema 4 1 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 2 h 50 min			4 h 50 min
7	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 2 h 50 min			4 h 50 min
8	Tema 5 2 h			Estudio tema 5 2 h 50 min			4 h 50 min
9	Tema 5 1 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 2 h 50 min			4 h 50 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10	Tema 6 2 h			Estudio tema 6 2 h 50 min			4 h 50 min
11	Tema 7 2 h			Estudio tema 7 2 h 50 min			4 h 50 min
12	Tema 7 2 h			Estudio tema 7 2 h 50 min			4 h 50 min
13	Tema 8 1 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 8 2 h 50 min			4 h 50 min
14	Tema 9 1 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 9 2 h 50 min			4 h 50 min
15	Tema 9 1 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 9 2 h 50 min			4 h 50 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h	Examen final 2 h 30 min		8 h 30 min
Horas	22 h	8 h		48 h 30 min	2 h 30 min		81 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Elasticidad Aplicada

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000372	6	Tecnología específica	Común	Español
Nombre en inglés	Applied Elasticity			
Materia	Elasticidad aplicada			
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Iván Muñoz Díaz	Presid	Todos	X y J (11:00-14:00)	Lab. Estructuras	ivan.munoz@upm.es
Carlos Zanuy Sánchez	Secr	Todos	J y V (11:00-14:00)	Lab. Estructuras	carlos.zanuy@upm.es
Carlos Martin De La Concha Renedo	Vocal	Todos	J y V (11:00-12:00)	Lab. Estructuras	carlos.martindelaconcha@upm.es
José Manuel Soria Herrera		Todos	M, X y J (12:00-14:00)	Planta 9ª	jm.soria@upm.es
Antonio Madrid Ramos		Todos	V (15:00-19:00)	Lab. Estructuras	antoniojose.madrid@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Modelos Matemáticos para sistemas de Ingeniería Civil. Termomecánica de los Medios Continuos

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Cálculo diferencial e integral. Álgebra vectorial y tensorial. Análisis vectorial y tensorial. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Mecánica. Resistencia de materiales. Cálculo de estructuras.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
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.
CB07	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos.
CB08	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

Código	Competencia
CB10	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
CE22	Conocimiento y capacidad para el análisis estructural mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo avanzado de estructuras, a partir del conocimiento y comprensión de las solicitaciones y su aplicación a las tipologías estructurales de la ingeniería civil. Capacidad para realizar evaluaciones de integridad estructural.
CE23	Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CE38	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, diseño y modelización físico-matemática en ingeniería estructural.
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.
CGP01	Capacitación 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.
CGP06	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP11	Capacidad para el proyecto, ejecución e inspección de estructuras (puentes, edificaciones, etc.), de obras de cimentación y de obras subterráneas de uso civil (túneles, aparcamientos), y el diagnóstico sobre su integridad.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA17	Modeliza y dimensiona elementos estructurales aplicando la teoría clásica de la Elasticidad y su extensión a régimen dinámico y a plasticidad de secciones, aplicando métodos analíticos y numéricos.	CGP1, CGP6, CGP11, CGP12, CGP18, CE22, CE23, CE37, CE38, CE39, CT2, CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Plantea correctamente un problema elástico en movimientos y tensiones.	RA17
IL2	Sí	Resuelve problemas elásticos en 1D, 2D y 3D que se presentan en ingeniería civil utilizando métodos analíticos y numéricos	RA17
IL3	Sí	Plantea y resuelve problemas estructurales en el rango elasto-plástico obteniendo cargas de agotamiento y movimientos.	RA17
IL4	Sí	Plantea y resuelve problemas estructurales dinámicos utilizando métodos analíticos y numéricos.	RA17

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Trabajo de clase **10%**

Descripción: Consistirá en la resolución en clase de ejercicios cortos, con un contenido fundamentalmente conceptual o teórico-práctico, relativo al contenido de esa clase particular o de las clases anteriores.

Criterios de calificación: Se valorará cada uno de los ejercicios realizados en clase. La valoración de PE1 se hará sobre 10 puntos.

Momento y lugar: En el aula durante el horario de clase.

PE2. Exámenes parciales **90%**

Descripción: Consistirá en la resolución individual de ejercicios de carácter teórico o práctico de la materia tratada en clase hasta ese momento. Habrá dos exámenes parciales durante el curso. Para poder realizar el segundo examen parcial se debe haber obtenido una nota igual o superior a 3,5 puntos en el primer examen parcial.

Criterios de calificación: Cada uno de los dos exámenes se valorará sobre 10 puntos. La calificación será la media ponderada de las calificaciones de los ejercicios propuestos en el mismo. En el propio examen se indicará el coeficiente de ponderación de cada uno de los ejercicios. La calificación final de la prueba PE2 será la media aritmética de los dos exámenes parciales.

Aprobarán la asignatura, sin necesidad de acudir al examen final, los alumnos que, habiendo obtenido una nota igual o superior a 3,5 en cada uno de los parciales, su calificación ponderada de PE1 y PE2 sea igual o superior a 5.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. En el caso de que por motivos sanitarios Jefatura de Estudios establezca que las pruebas de evaluación fueran no presenciales, el momento, lugar y los detalles técnicos, se especificarán en la correspondiente convocatoria y se ajustarán a los procedimientos establecidos por la propia Jefatura de Estudios.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.2. Mediante “sólo prueba final”

PE3. Examen final

100 %

Descripción: Este examen estará formado por ejercicios de carácter práctico o teórico relativos a la totalidad de la materia impartida.

Criterios de calificación: Cada uno de los ejercicios se valorará sobre 10 puntos. La calificación del examen será la media ponderada de las calificaciones de los ejercicios propuestos en el examen. En el propio examen se indicará el coeficiente de ponderación de cada uno de los ejercicios. La calificación de la prueba PE3 será la calificación del examen.

Aprobarán la asignatura los alumnos cuya calificación sea igual o superior a 5.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. En el caso de que por motivos sanitarios Jefatura de Estudios establezca que las pruebas de evaluación fueran no presenciales, el momento, lugar y los detalles técnicos, se especificarán en la correspondiente convocatoria y se ajustarán a los procedimientos establecidos por la propia Jefatura de Estudios.

Los alumnos de evaluación continua que no aprueben la asignatura tras el examen final deben acudir a la convocatoria extraordinaria.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
– Tema 1. El problema elástico en elementos unidimensionales Teoría general de la flexión. Flexión esviada y núcleo central general. Compatibilidad de deformaciones. Planteamiento del problema elástico: la viga y la barra. Soluciones numéricas. Aplicaciones prácticas: el pilote, la vía ferroviaria.	IL1, IL2
– Tema 2. Planteamiento general del problema elástico Tensor de tensiones. Tensor de deformaciones. Ecuaciones constitutivas. Ecuaciones cinemáticas Planteamiento del problema y métodos de resolución	IL1, IL2
Tema 3. Problemas elásticos bidimensionales Estados de tensión plana y deformación plana. Círculo de Mohr. Líneas y puntos característicos Coordenadas polares. Soluciones con función de tensión. Soluciones numéricas. Aplicaciones prácticas, comparación con Resistencia de Materiales, soluciones numéricas y otros modelos estructurales. Defectos y grietas. Concentración de tensiones.	IL1, IL2
Tema 4. Problemas elásticos tridimensionales Estados de tensión triaxial Soluciones numéricas. Aplicaciones prácticas.	IL1, IL2,
Tema 5. Torsión Esfuerzos de torsión y diagramas de torsores. Torsión uniforme: solución en movimientos y en tensiones. Planteamiento energético. Aplicaciones prácticas.	IL1, IL2,
Capítulo II. Comportamiento dinámico	
Tema 6. Planteamiento del problema dinámico Planteamiento dinámico del problema elástico.	IL1, IL2, IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Ecuación de ondas. Aplicaciones prácticas.	
Tema 7. Dinámica Estructural	IL1, IL4
Vibraciones en estructuras. Soluciones numéricas Aplicaciones prácticas.	
Capítulo III. Comportamiento elasto-plástico	
Tema 8. Introducción al comportamiento elasto-plástico de sólidos	IL3
Comportamiento de material elasto-plástico. Principios generales de la plasticidad tridimensional. Criterios de fallo. Aplicaciones prácticas.	
Tema 9. Comportamiento elasto-plástico de estructuras isostáticas	IL3
Diagramas axil-deformación y momento-curvatura. Cálculo de movimientos. Aplicaciones prácticas.	
Tema 10. Comportamiento elasto-plástico de estructuras hiperestáticas	IL3
Cálculo incremental. Método de los mecanismos de colapso. Método de las líneas de rotura. Aplicaciones prácticas.	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor explicará e ilustrará los conceptos, principios y desarrollos necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura y para que los alumnos alcancen las competencias transversales y específicas de la asignatura.

Clases prácticas:

El profesor explicará y resolverá problemas, de nivel similar a las pruebas de evaluación, que complementan a las clases de teoría, de forma que el alumno adquiera las competencias generales y específicas de la asignatura..

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno deberá estudiar en profundidad la teoría y los problemas realizados en clase. Deberá ser capaz de resolver los problemas de forma autónoma usando únicamente los formularios de la asignatura. Además, el alumno dispondrá de la colección de ejercicios resueltos de exámenes anteriores con las que podrá constatar que ha asimilado los conceptos de la asignatura y es capaz de resolver los problemas.

Trabajo en grupo:

En alguno de los ejercicios correspondientes a la prueba de evaluación PE1, el profesor permitirá la resolución de los mismos en grupos

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

Métodos no presenciales

En el caso en el que Jefatura de Estudios establezca la necesidad de impartir docencia no presencial, los métodos anteriores se adaptarán siguiendo las recomendaciones dadas por la propia Jefatura a la docencia no presencial.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

- Fernández Díaz-Munío, R., *Breviario de elasticidad*. Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. Colección Escuelas, 1996
- Fernández Díaz-Munío, R., *Plasticidad abreviada*. Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. Servicio de Publicaciones, 2001
- Ortiz Berrocal, L. *Elasticidad*, Mac Graw-Hill, 3ª ed, 1998
- Samartín Quiroga, A. *Curso de elasticidad*, Ed. Bellisco, 1990
- Ortiz Berrocal, L. *Resistencia de Materiales*, Mac Graw-Hill, 3ª Ed., 2007
- Oliver Olivella, J., Agelet de Saracibar Bosch, C. *Mecánica de medios continuos para ingenieros*. Ediciones UPC, 2000

Bibliografía complementaria:

- Armenakes, A.E., *Advances mechanics of materials and applied elasticity*, Taylor and Francis, 2006
- Bauchau, O.A., Craig, J.I. *Structural analysis*, Springer, 2009
- Chen, W.F., Han, D.J. *Plasticity for structural engineers*, Springer, 1988
- Humar, J.L. *Dynamic of structures*, CRC Press, 2012
- Kassir, M. *Applied elasticity and plasticity*, CRC Press, 2018
- Lubliner, J. *Plasticity theory*, Pearson, 2006
- Martin, H.S., *Elasticity, theory, applications and numerics*, B.H. Elsevier, 2005
- Thorby, D. *Structural dynamics and vibrations in practice*, B.H. Elsevier, 2008
- Ugural, A.C., Fenster, S.K., *Advanced mechanics of materials and applied elasticity*, Pearson, 2012
- Zienkiewicz, O.C. *El método de los elementos finitos: formulación básica y problemas lineales* McGraw-Hill, 1993

Recursos Web:

En la plataforma Moodle se encuentra todo el material disponible para la asignatura y recursos complementarios para completar la información.

Equipamiento específico:

Biblioteca de la Escuela y del departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 2 h		Estudio tema 1 3 h			7 h
2	Tema 2 2 h	Tema 2 2 h		Estudio temas 1 y 2 3 h			7 h
3	Tema 2 2 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 2 3 h			7 h
4	Tema 3 2 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 3 3 h			7 h
5	Tema 3 1 h y 30 min	Tema 3 2 h		Estudio tema 3 3 h	Control de clase 30 min		7 h
6	Tema 4 2 h	Tema 4 2 h		Estudio temas 3 y 4 3 h			7 h
7	Tema 5 2 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 3 h			7 h
8	Tema 5 1 h y 30 min	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 3 h	Control de clase 30 min		7 h
9				Estudio temas 1 a 5 12 h	Examen parcial Temas 1 a 5 3 h		15 h
10	Temas 6 y 7 2 h	Temas 6 y 7 2 h		Estudio temas 6 y 7 3 h			7 h
11	Tema 7 2 h	Tema 7 2 h		Estudio tema 7 3 h			7 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 8 1 h y 30 min	Tema 8 2 h		Estudio tema 8 3 h	Control de clase 30 min		7 h
13	Tema 9 2 h	Tema 9 2 h		Estudio tema 9 3 h			7 h
14	Tema 9 2 h	Tema 9 2 h		Estudio tema 9 3 h			7 h
15	Tema 10 2 h	Tema 10 2 h		Estudio tema 10 3 h			7 h
16	Tema 10 1 h y 30 min	Tema 10 2 h		Estudio tema 10 3 h	Control de clase 30 min		7 h
17				12 h	Examen parcial temas 6 a 10 3 h		15 h
Hasta el examen				Preparación del examen final 21 h	Examen final 3 h		24 h
Horas	28 h	30 h		81 h	11 h		162 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Hidráulica Técnica

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000366	6	Formación científica	Común	Español
Nombre en inglés	Applied hydraulics.			
Materia	Hidráulica técnica			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Luis Garrote de Marcos	Pte.	Todos	X, J y V (16-18)	Lab. Sist. Inteligentes	l.garrote@upm.es
Jaime García Palacios	Secr.	Todos	X (14-17) J (10:30-13:30)	Lab. Hidráulica	jaime.garcia.palacios@upm.es
David Santillán Sánchez	Vocal	Todos	L (16-18) M y X (9-11)	Planta 10	david.santillan@upm.es
Luis Cueto Felgueroso		Todos	L (16-18) J y V (9-11)	Lab. Sist. Inteligentes	luis.cueto@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil, Termomecánica de medios continuos

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación 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
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP13	Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.

Código	Competencia
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales
CE20	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.
CE35	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional. Desarrolla la competencia transversal 7ª de la normativa UPM.
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Comprende y domina los principios y las ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos.	CGP6 CGP18 CE20, CT2
RA2	Aplica los modelos de hidráulica técnica fundamentados en la mecánica de fluidos para la resolución de problemas complejos de infraestructuras hidráulicas.	CGP18, CE20, CE35 CE37
RA3	Comprende y domina el funcionamiento de los sistemas de conducciones en presión y lámina libre, incluyendo máquinas hidráulicas.	CGP1 CGP13 CE35, CT5
RA4	Conoce y comprende las ecuaciones que describen el movimiento de fluidos en el medio natural, incluyendo transporte de partículas y contaminantes.	CGP6 CGP15 CGP18 CE20
RA5	Aplica los principios de la hidráulica técnica al diseño, cálculo y explotación de obras y aprovechamientos hidráulicos.	CGP1 CGP13 CE35, CT5
RA6	Aplica los principios de la hidráulica técnica al estudio de los efectos medioambientales de obras de ingeniería civil.	CGP1 CGP15 CE37, CT5
RA7	Desarrolla capacidad autónoma de comprensión y análisis de problemas complejos mediante métodos matemáticos y experimentales.	CGP6, CT2 CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Describe las leyes que rigen el movimiento de los fluidos ideales y reales y estima el orden de magnitud de los términos que intervienen en las ecuaciones.	RA1
IL2	No	Conoce los principios básicos del análisis dimensional y su aplicación al ensayo en modelo reducido de obras de ingeniería hidráulica	RA2
IL3	No	Valora la importancia práctica de la turbulencia y conoce los modelos matemáticos que la describen.	RA1
IL4	Sí	Comprende el funcionamiento hidráulico de las tuberías y los fenómenos que originan pérdida de carga y cavitación.	RA3
IL5	Sí	Comprende los principios en que se basa el cálculo de redes de tuberías y domina los métodos de resolución, aplicándolos a situaciones complejas.	RA2, RA5
IL6	Sí	Conoce los principios de funcionamiento de la maquinaria hidráulica y está capacitado para el diseño y cálculo de las conducciones donde se utilizan.	RA2, RA5
IL7	Sí	Comprende los principios físicos que originan los fenómenos de oscilación en masa y golpe de ariete.	RA1, RA2
IL8	Sí	Calcula por métodos aproximados y numéricos las consecuencias de la maniobra brusca de válvulas en instalaciones de tuberías en presión y conoce los mecanismos de protección.	RA5, RA7
IL9	Sí	Comprende los principios en que se basa el cálculo de canales en régimen permanente variado y conoce los métodos de resolución, aplicándolos a casos complejos.	RA2, RA5
IL10	No	Conoce los métodos de resolución de las ecuaciones del régimen variable en lámina libre.	RA1, RA6
IL11	No	Maneja programas de ordenador de cálculo hidráulico, con conocimiento de su campo de aplicación y dominio de sus limitaciones.	RA5, RA2
IL12	Sí	Comprende los fenómenos que intervienen en el movimiento del agua en el medio natural: ríos, lagos, estuarios, costas y acuíferos, incluyendo la erosión y el transporte de sedimentos y contaminantes.	RA4, RA6
IL13	No	Describe las técnicas de integración parcial de las ecuaciones tridimensionales para analizar fenómenos en una y dos dimensiones y valora las aproximaciones realizadas.	RA4, RA7

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Ejercicios de clase

10%

Descripción: Consiste en la participación activa en clase y la respuesta a preguntas que se hicieran individualmente, así como en la resolución de los ejercicios en clase. Si alguna parte del curso debiera desarrollarse en formato no presencial, los ejercicios se realizarán de forma telemática mediante cuestionarios en la plataforma Moodle, que se deberán cumplimentar durante la semana posterior a la que se presenta el tema.

Criterios de calificación: Los ejercicios de clase se calificarán. La participación activa se evaluará mediante la calificación de los apuntes de clase, que serán entregados por el alumno para su evaluación. Si alguna parte del curso debiera desarrollarse en formato no presencial, no será necesario incluir dicha parte en los apuntes. Si no fuera posible la entrega de apuntes para su revisión, se otorgará la máxima calificación en esta parte. La calificación de la prueba será la media entre la calificación de participación y la media de las calificaciones obtenidas en las preguntas y ejercicios de clase, siempre que se hayan realizado al menos un 80% de las evaluaciones de clase. En caso contrario, esta prueba se calificará con 0.

Momento y lugar: Los ejercicios de clase se podrán proponer, sin previo aviso, en alguna de las clases ordinarias y se realizarán en la propia aula de clase, salvo que el curso se desarrolle en formato no presencial, en cuyo caso se realizarán en la plataforma Moodle, anunciando anticipadamente las fechas de comienzo y final del plazo de resolución.

PE2. Control al final de bloques temáticos

30%

Descripción: Consiste en un conjunto de pruebas objetivas realizadas a lo largo del curso. Cada control estará formado por un ejercicio práctico relativo a una parte del temario. Cada control se realizará en el horario de una clase ordinaria de la asignatura y tendrá como máximo la duración de dicha clase.

Criterios de calificación: Cada control se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de las calificaciones de los controles efectuados, exceptuando el de menor calificación.

Momento y lugar: Cada control se realizará en una fecha prefijada, dentro del horario ordinario de una clase de la asignatura. Se realizará en la propia aula de clase (o en el aula de exámenes), salvo que el curso se desarrolle en formato no presencial, en cuyo caso se realizará en la plataforma Moodle, anunciando anticipadamente las fechas de comienzo y final del plazo de resolución.

PE3. Examen parcial

30%

Descripción: Consiste en un examen formado por un ejercicio con varias preguntas de carácter teórico-práctico y un ejercicio práctico, relativos a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha. La duración será de 1,5 - 2 horas.

Criterios de calificación: El examen se calificará de 0 a 10 haciendo la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Si el curso se desarrollase en formato no presencial, se realizaría en la plataforma Moodle. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como deben entregarse sus respuestas figurarán claramente en la convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente anticipación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

PE4. Control especial de clase

30%

Descripción: Consiste en una evaluación realizada en el horario de clase que abarca la parte de la materia de la asignatura no incluida en el examen parcial. Está formada por un ejercicio con varias preguntas de carácter teórico-práctico y un ejercicio práctico, relativos a los temas de la asignatura no incluidos en el examen parcial y expuestos en clase hasta la fecha de realización del control especial. La duración será de 1,5 - 2 horas.

Criterios de calificación: La evaluación se calificará de 0 a 10 haciendo la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que la componen.

Momento y lugar: El control especial se realizará en una fecha prefijada, dentro del horario ordinario de dos clases consecutivas de la asignatura. Se realizará en la propia aula de clase (o en el aula de exámenes), salvo que el curso se desarrolle en formato no presencial, en cuyo caso se realizará en la plataforma Moodle, anunciando anticipadamente las fechas de comienzo y final del plazo de resolución.

PE5. Examen final

30% o 60%

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 1,5 - 2 horas. La primera parte está formada por un ejercicio con varias preguntas de carácter teórico-práctico y un ejercicio práctico, correspondientes a los temas relativos al examen parcial. No están obligados a examinarse de esta primera parte los alumnos que hayan realizado el examen parcial o los que hayan superado la asignatura por curso. Si un alumno realizó el examen parcial y se presenta a esta parte del examen final, su calificación en esta parte será la mayor entre la obtenida en el examen parcial y la obtenida en esta parte del examen final.

La segunda parte está formada por un ejercicio con varias preguntas de carácter teórico-práctico y un ejercicio práctico, correspondientes a los temas no incluidos en el examen parcial. No están obligados a examinarse de esta segunda parte los alumnos que hayan realizado el control especial o hayan superado la asignatura por curso. Si un alumno realizó el control especial y se presenta a esta parte del examen final, su calificación en esta parte será la mayor entre la obtenida en el control especial y la obtenida en esta parte del examen final.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de las notas obtenidas en los ejercicios. Para los alumnos que realicen las dos partes, el peso del examen final será del 60% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen una parte, el peso será del 30%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Si el curso se desarrollase en formato no presencial, se realizaría en la plataforma Moodle. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como deben entregarse sus respuestas figurarían claramente en la convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente anticipación. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la primera parte de la asignatura. Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la segunda parte.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que sólo hayan realizado la primera parte del examen final: PE1 (10%), PE2 (30%), PE4 (30%) y PE5 (30%).
- Para los alumnos que sólo hayan realizado la segunda parte del examen final: PE1 (10%), PE2 (30%), PE3 (30%) y PE5 (30%).
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE1 (10%), PE2 (30%) y PE4 (60%).
- Para todos los alumnos, la calificación que habría obtenido el alumno mediante el método de evaluación "sólo prueba final" descrito a continuación. A estos efectos, para los alumnos que no hayan realizado una parte del examen final, se utilizará para calificar esa parte su nota en el examen parcial o el control especial.

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Será el mismo examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en la primera y la segunda parte del examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Si el curso se desarrollase en formato no presencial, se realizaría en la plataforma Moodle. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como deben entregarse sus respuestas figurarían claramente en la convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente anticipación.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Mecánica de fluidos.	
1.1.Repaso de ecuaciones básicas.	
1.2.Turbulencia. Ecuaciones de Reynolds. Cierre de la turbulencia	IL1, IL2
1.3.Hidráulica experimental: análisis dimensional y semejanza	IL3
1.4.Movimiento junto al contorno, fricción y capa límite.	
1.5.Fenómenos de transporte. Mezcla turbulenta.	
Tema 2. Sistemas de conducciones en presión.	
2.1.Fricción en tuberías: Fórmula de Colebrook.	
2.2.Redes de tuberías: Equipamiento y cavitación.	IL4, IL5
2.3.Redes de tuberías: Análisis numérico.	IL6
2.4.Máquinas hidráulicas: Ecuación de Euler y curva característica.	
2.5.Máquinas hidráulicas: Semejanza y cavitación. Velocidad específica.	
Tema 3. Transitorios en conducciones en presión.	
3.1.Régimen variable en tuberías: Método de columna rígida.	
3.2.Régimen variable en tuberías: Concepto de golpe de ariete.	
3.3.Solución simplificada: Cierre instantáneo y progresivo.	IL7, IL8
3.4.Modelos numéricos de transitorios: Funciones de onda.	
3.5.Modelos numéricos de transitorios: Método de características.	
3.6.Golpe de ariete en impulsiones y dispositivos antiarriete.	
Tema 4. Conducciones en lámina libre.	
4.1.Análisis de fenómenos locales: Energía específica.	
4.2.Curva de Koch y obras de toma.	IL9,
4.3.Diseño y cálculo de estructuras hidráulicas en lámina libre.	IL10
4.4.Régimen variable en canales: Ecuaciones de Saint Venant.	
4.5.Modelos numéricos en canales: Método de características.	
Tema 5. Hidráulica en el medio natural.	
5.1.Inicio de la erosión. Erosión local. Fórmulas de resistencia.	
5.2.Transporte de sedimentos. Carga de fondo y carga en suspensión.	IL11
5.3.Modelos de calidad de agua.	IL12
5.4.Modelos 2D. Ecuaciones integradas en la horizontal y vertical.	IL13
5.5.Modelos 3D. Mecánica de fluidos computacional.	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos 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. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones.

Si una parte del curso se desarrollase en formato no presencial, las clases de teoría se grabarán y se pondrán a disposición de los alumnos en la plataforma Moodle, junto con material complementario auxiliar.

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. Si una parte del curso se desarrollase en formato no presencial, las clases prácticas se grabarán y se pondrán a disposición de los alumnos en la plataforma Moodle, junto con material complementario auxiliar. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio obligatorias en esta asignatura. Se propondrán prácticas de laboratorio con carácter voluntario.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios propuestos tomando como modelo los resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno que sigue la asignatura la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo. Si una parte del curso se desarrollase en formato no presencial, las tutorías se realizarían, mediante cita previa, en Skype Empresarial o en una plataforma equivalente.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Osuna. (2001). *Hidráulica. Hidráulica Técnica y Mecánica de Fluidos*. Servicio de Publicaciones Colegio ICCP. Colección Escuelas.

Chadwick, Morfett y Borthwick. (2004). *Hydraulics in Civil and Environmental Engineering*. Spon Press.

Bibliografía complementaria:

Ven Te Chow. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw Hill.

Sotelo. (2003). *Hidráulica general. Volumen 1-Fundamentos*. Ed. Limusa.

Crespo (2006) *Mecánica de fluidos*. Thompson.

Gerhart, Gross y Hochstein. (1995). *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. Addison Wesley.

Brater, King, Lideel y Wei. (1996). *Handbook of Hydraulics*. McGraw Hill.

Webber. (1995). *Fluid Mechanics for Civil Engineers*. Chapman Hall.

Novak, Moffat, Nalluri y Narayanan. (2001). *Hydraulic Structures*. Spon Press.

Vischer y Hager. (1999). *Dam Hydraulics*. Wiley.

Chanson. (2004). *Environmental Hydraulics of Open Channel Flows*. Elsevier.

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE). Apuntes teóricos de la asignatura. Colección de ejercicios prácticos resueltos. Colección de exámenes de cursos anteriores. Vídeos de clases teóricas y prácticas de la asignatura. Presentaciones de las clases.

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica y Energética.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1.1, 1.2 y 1.3 4 h			Estudio temas 1.1, 1.2 y 1.3 4 h			8 h
2	Temas 1.4, 1.5 y 2.1 3 h	Tema 2.1 1 h		Estudio tema 1.4, 1.5 y 2.1 4 h			8 h
3	Temas 2.2 y 2.3 2 h	Tema 2.2 2 h		Estudio tema 2.2 4 h			8 h
4	Tema 2.4 y 2.5 2 h	Tema 2.3 2 h		Estudio tema 2.3 4 h			8 h
5		Temas 2.4 y 2.5 3 h		Estudio temas 2.4 y 2.5. Preparación control 10 h	Control 1 h		14 h
6	Temas 3.1 y 3.2 2 h	Tema 3.1 2 h		Estudio tema 3.1 4 h			8 h
7	Temas 3.3 y 3.4 2 h	Temas 3.3 y 3.4 2 h		Estudio temas 3.2 y 3.3 4 h			8 h
8	Temas 3.5 y 3.6 2 h	Temas 3.4 2 h		Estudio tema 3.4 4 h			8 h
9		Tema 3.5 3 h		Estudio temas 3.5 y 3.6 Preparación control 10 h	Control 1 h		14 h
10	Temas 4.1 y 4.2 2 h	Tema 4.1 2 h		Estudio tema 4.1 4 h			8 h
11	Temas 4.3 y 4.4 2 h	Temas 4.2 y 4.3 2 h		Estudio temas 4.2 y 4.3 4 h			8 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 4.5 2 h	Temas 4.3 y 4.5 2 h		Estudio tema 4.3, 4.4 y 4.5 4 h			8 h
13	Temas 5.1 y 5.2 2 h	Temas 5.1 y 5.2 2 h		Estudio temas 5.1 y 5.2 4 h			8 h
14	Temas 5.3 y 5.4 2 h	Temas 5.3 y 5.4 2 h		Estudio temas 5.3 y 5.4 4 h			8 h
15	Temas 5.5 y 5.6 2 h	Tema 5.5 2 h		Estudio temas 5.5 y 6.6. Preparación control 10 h	Control 1 h		8 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen parcial y/o final 20 h	Examen parcial y/o final 3 h		23 h
Horas	29 h	29 h		98 h	6 h		162 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Métodos Computacionales en Ingeniería Civil

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000377	6	Obligatoria	Común	Español / Inglés
Nombre en inglés	Computational methods in civil engineering.			
Materia	Métodos computacionales en Ingeniería civil			
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
José M. ^a Goicolea Ruigómez	Pte.	Todos	Sin horario	Torre, T9-7	jose.goicolea@upm.es
Manuel Pastor Pérez	Secr.	Todos	Sin horario	Lab. Matemáticas	manuel.pastor@upm.es
Francisco Javier Martínez Cutillas		Todos	Sin horario	Torre, T9-8	francisco.martinez@upm.es
Juan José Arribas Montejo	Vocal	Todos	Sin horario	Lab. Mecánica Computacional	juanjose.arribas@upm.es
Miguel Martín Stickle		Todos	Sin horario	Lab. Matemáticas	miguel.martins@upm.es
M. ^a Dolores Gómez Pulido		Todos	Sin horario	Torre, T9-6	dolores.pulido@upm.es
Sergio Blanco Ibáñez		Todos	Sin horario	Planta 1, 1.13	sergio.blanco@upm.es
Diego Guillermo Manzanal		Todos	Sin horario	Torre, T6	d.manzanal@upm.es
Pedro Navas Almodóvar		Todos	Sin horario	Planta 1, 1-15	pedro.navas@upm.es
Angel Yagüe Hernán		Todos	Sin horario	Torre, T9-8	angel.yague@upm.es
Nicola Tarque Ruiz		Todos	Sin horario	Torre, T9-8	nicola.tarque@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Ninguna

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Asignaturas previas recomendadas del plan de estudios: Termomecánica De Medios Continuos, Modelos Matemáticos Para Sistemas De Ingeniería Civil.

Otros conocimientos previos recomendados: Cálculo, Algebra, Informática, Cálculo vectorial y tensorial

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.
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
CB07	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos
CB08	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB10	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.
CGP01	Capacitación 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. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8
CGP06	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso. Desarrolla la competencia transversal 3ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conoce los métodos computacionales y modelos matemáticos disponibles para problemas de difusión.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA2	Aplica los métodos computacionales para resolver problemas de difusión.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA3	Conoce los métodos computacionales y modelos matemáticos disponibles para problemas de mecánica de sólidos y estructuras.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7, CE39
RA4	Aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de sólidos y estructuras.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7, CE39
RA5	Conoce los métodos computacionales y modelos matemáticos disponibles para problemas de mecánica de suelos.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA6	Aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de suelos.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA7	Conoce los métodos computacionales y modelos matemáticos disponibles para problemas de mecánica de fluidos.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA8	Aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de fluidos.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA69	Valora con criterio científico-técnico y aplica recursos computacionales al proyecto, ejecución, conservación y explotación de infraestructuras, y a la predicción de sus efectos medioambientales	CGP18
RA87	Sabe plantear y resolver problemas mediante modelos computacionales de elementos finitos y similares	CGP18

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Conoce y aplica los métodos computacionales para resolver problemas de difusión.	RA1, RA2
IL2	No	Conoce y aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de sólidos.	RA3, RA4

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL3	No	Conoce y aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de suelos.	RA5, RA6
IL4	No	Conoce y aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de fluidos.	RA7, RA8

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Ejercicios de clase

15%

Descripción: ejercicios breves de clase, de tipo test u otros, en las clases de teoría (peso 10%), así como asistencia y aprovechamiento a las clases de prácticas guiadas (5%).

Criterios de calificación: Se requiere una asistencia mínima del 60% de las clases de teoría.

Momento y lugar: Actividades planteadas dentro de las horas de clase.

PE2. Controles de prácticas

45%

Descripción: Se realizarán individualmente en el ordenador a lo largo del curso (peso 45%). Son 4 controles (PC1-PC4) que serán anunciados con antelación, dos correspondientes a cada una de las partes de la asignatura: bloque 1 (PC1-PC2) y bloque 2 (PC3-PC4).

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación global será la media de todos los ejercicios. Si la calificación de alguna de las dos partes (PE2.1 o PE2.2) es superior a 5 se guardará para convocatorias posteriores, en caso de no aprobar la asignatura. No se guardarán sin embargo las calificaciones de los controles individuales.

Momento y lugar: Estas prácticas de control deberán realizarse **obligatoriamente** a lo largo del curso, por imposibilidad material de realizarse en la fecha del examen final. Los controles 2 y 4 los determina la jefatura de estudios con el calendario de exámenes parciales.

PE3. Examen final

40%

Descripción: El examen constará de 4 ejercicios, dos de cada parte de la asignatura. De cada parte un ejercicio será de tipo test y otro una cuestión teórico-práctica breve. Todos los estudiantes deberán realizar este examen, hayan seguido o no la evaluación continua.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de las notas obtenidas en los ejercicios. Será necesario obtener como mínimo 4 puntos sobre 10 en este examen para aprobar la asignatura por evaluación continua.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la media de la calificación de cada uno de los elementos anteriores PE1, PE2, PE3 ponderados por sus pesos respectivos. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5 y la nota del examen final (PE3) debe ser al menos un 4 sobre 10. En el caso de no obtenerse dicha calificación mínima en el acta constará directamente la nota de este examen final PE3.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán	Peso
--	------

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Constará de dos partes. La primera será el mismo examen final antes descrito PE3 para la evaluación continua. La segunda serán los controles de prácticas PE2 ya realizados durante el curso, o en cursos anteriores según se indica en PE2.

Criterios de calificación: Cada una de las dos partes (PE2 y PE3) se ponderarán al 50% para la nota final. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5 sobre 10 y la nota del examen final (PE3) debe ser al menos un 4 sobre 10.

Momento y lugar: La fecha del examen final escrito PE3 la determina la Jefatura de Estudios. Se recalca que las prácticas de control (PE2, prácticas PC1-PC4) deberán realizarse **obligatoriamente** a lo largo del curso, y no podrán realizarse en la fecha del examen final por imposibilidad material. Solo en los casos que por accidente u otras causas excepcionales sobrevenidas, debidamente justificadas y autorizadas, a un estudiante haya faltado a alguna de las prácticas de control durante el curso se le podrá autorizar para repetir alguna práctica de control en la fecha del examen final.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Introducción, Tema 1 2 h	Tema 1 2 h		Estudio tema 1 5 h 45 min			9 h 45 min
2	Temas 1, 2 2 h	Temas 1, 2 2 h		Estudio temas 1, 2 7 h			11 h
3	Tema 3 2 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 3 7 h			11 h
4	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 7 h	Control P1 prácticas temas 1-3 1 h		11 h
5	Tema 5 2 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 7 h			11 h
6	Temas 6 2 h	Temas 6 2 h		Estudio temas 6 7 h			11 h
7	Temas 7 2 h	Temas 7 2 h		Estudio temas 7 7 h			11 h
8					Control P2 prácticas temas 4-7 1 h		1 h
9	Tema 8 2 h	Tema 8 2 h		Estudio tema 8 7 h			11 h
10	Tema 9 2 h	Tema 9 2 h		Estudio tema 9 7 h			11 h
11	Tema 10 2 h	Tema 1 2 h		Estudio tema 10 7 h			11 h
12	Tema 11 2 h	Tema 11 2 h		Estudio tema 11 7 h			11 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
13	Tema 12 2 h	Tema 12 1 h		Estudio tema 12 7 h	Control P3 prácticas temas 8-11 1 h		11 h
14	Tema 13 2 h	Tema 13 2 h		Estudio tema 13 7 h			11 h
15	Temas 14, 15 2 h	Temas 14, 15 1 h		Estudio temas 14, 15 7 h	Control P4 prácticas temas 12-14 1 h		11 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h	Examen final 2 h		8 h
Horas	28 h	25 h		103 h	6 h		162 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Recursos Hidráulicos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000371	4,5	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Water Resources			
Materia	Recursos Hidráulicos			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Francisco Javier Martín Carrasco	Pte.	Todos	J (10:30-14:30) V (10:30-12:30)	Planta 10	f.martin@upm.es
Alfredo Granados García	Secr.	Todos	L (12-14:30) M (11-14:30)	Planta 10	a.granados@upm.es
David Santillán Sánchez	Vocal	Todos	M y X (9-11) J (16-18)	Planta 10	santillan@caminos.upm.es
Isabel Granados García		Todos	M (11-14)	Planta 10	i.granados@upm.es
Rafael Martínez Alonso		Todos	L (10-14) M (10-12)	Edificio Retiro	rafael.martinez@upm.es
Araceli Martín Candilejo		Todos	M (12-14)	Lab. Sist. Inteligentes	araceli.martin@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Código	Competencia
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP9	Capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP13	Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE25	Capacidad para realizar el cálculo, la evaluación, la planificación y la regulación de los recursos hídricos, tanto de superficie como subterráneos.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil.
CE35	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Comprende y domina los métodos utilizados en la realización de estudios profesionales de sistemas de recursos hidráulicos.	CGP5, CGP12, CE34, CT5
RA2	Aplica los modelos y metodologías de evaluación y regulación de recursos hidráulicos a la planificación, gestión y explotación de infraestructuras hidráulicas.	CGP6, CGP9, CGP12, CGP13, CE25, CE30, CE35, CT7
RA3	Comprende la gestión integral de un sistema de recursos hidráulicos mediante el uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.	CGP4, CGP9, CGP13, CE25
RA4	Conoce los modelos avanzados de optimización utilizados como sistemas de soporte a la decisión en sistemas de recursos hidráulicos.	CGP6, CGP9, CGP18, CE35

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA5	Conoce la incorporación de los efectos y condicionantes medioambientales en la planificación, evaluación, gestión y explotación de un sistema de recursos hidráulicos.	CGP2, CGP15, CE25, CE37
RA6	Conoce y aplica las bases legales, reglamentarias y administrativas que se utilizan en la planificación del agua en España.	CGP2, CGP3, CT5
RA7	Planifica, realiza estudios y diseña captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).	CGP13

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce las bases que fundamentan el principio de gestión integral de un sistema de recursos hidráulicos.	RA3
IL2	Sí	Comprende los métodos utilizados en la evaluación de los recursos hidráulicos.	RA1, RA2
IL3	Sí	Comprende la metodología de cálculo utilizada en un estudio de regulación para el dimensionamiento y explotación de embalses.	RA1, RA2
IL4	No	Comprende las ventajas de la gestión conjunta de las aguas superficiales y subterráneas.	RA3
IL5	Sí	Comprende la influencia de las situaciones extremas sobre la planificación de un sistema de recursos hidráulicos.	RA1, RA5
IL6	Sí	Calcula las demandas brutas para los diferentes usos del agua presentes en un sistema de explotación.	RA1
IL7	Sí	Calcula las obras necesarias para regular los recursos hidráulicos.	RA7
IL8	No	Conoce la legislación que se aplica en los estudios de evaluación y planificación de recursos hidráulicos.	RA6
IL9	Sí	Calcula el coste del agua en función del origen del recurso hidráulico y de los costes necesarios para realizar su suministro.	RA2
IL10	No	Conoce los programas de ordenador utilizados para optimizar la gestión de recursos hídricos.	RA4

NOTA. Básico: Indicador de logro que deben superarse de forma individual para aprobar de la asignaturas.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Ejercicios de clase **10%**

Descripción: Se podrá plantear al alumno un número indefinido de ejercicios teóricos y prácticos de corta duración en la propia aula. Los ejercicios deben ser respondidos de forma individual por cada alumno.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de los ejercicios realizados.

Momento y lugar: Los ejercicios se plantearán sin previo aviso durante el horario de clase y se responderán en el aula.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

PE2. Examen parcial

45% o 50%

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en las clases de la asignatura hasta la fecha del examen.

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.

Si la calificación del examen es igual o superior a 4 (es decir, si $PE2 \geq 4$) el alumno puede optar por no examinarse de esta parte en el examen final ordinario.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

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 puede consistir en (1) 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 (2) 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 responden 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.

PE3. Examen final ordinario

45%, 50% o 100%

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

Descripción: El examen tendrá dos partes diferenciadas:

- La primera (PE3a) corresponde a la parte de la asignatura impartida después de la realización del parcial. Dado que los temas de la asignatura están interrelacionados, esta parte del examen puede contener materia de los temas incluidos en el examen parcial.
- La segunda (PE3b) corresponde a la materia explicada antes del parcial.

Cada una de las partes constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada de cada parte será de 2-2,5 horas y entre ambas habrá un descanso intermedio de 15 minutos.

Criterios de calificación: Cada parte se evalúa por separado. Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10, siendo la nota de cada una de las partes (PE3a y PE3b) la media de la calificación de los ejercicios correspondientes.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

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 puede consistir en (1) 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 (2) 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 responden 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.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

CONDICIONES PARA APROBAR LA ASIGNATURA. PERIODO ORDINARIO

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

1. Haber obtenido en cada una de las partes del examen final que haya realizado una calificación igual o superior a 4.
2. Que la media de las calificaciones obtenidas en la primera (PE2 o PE3b) y la segunda parte (PE3a) sea superior a 5.

NOTA FINAL. PERIODO ORDINARIO

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

$$\text{Nota ejercicios y exámenes} = 0,1 \cdot \text{PE1} + 0,45 \cdot (\text{PE2 o PE3b}) + 0,45 \cdot \text{PE3a}$$

$$\text{Nota sólo exámenes} = 0,5 \cdot (\text{PE2 o PE3b}) + 0,5 \cdot \text{PE3a}$$

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:

$$\text{Nota sólo exámenes} = 0,5 \cdot (\text{PE2 o PE3b}) + 0,5 \cdot \text{PE3a}$$

Nota del alumno suspenso que tenga la calificación más alta.

PE4. Examen final extraordinario

90% o 100%

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 2,5-3 horas.

Criterios de calificación: Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen (PE4) será la media de la calificación obtenida en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

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 puede consistir en (1) 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 (2) 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 responden 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.

CONDICIÓN PARA APROBAR LA ASIGNATURA. PERIODO EXTRAORDINARIO

Que la nota del examen sea igual o superior a 5 (es decir, $\text{PE4} \geq 5$).

NOTA FINAL. PERIODO EXTRAORDINARIO

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

$$\text{Nota ejercicios y exámenes} = 0,1 \cdot \text{PE1} + 0,9 \cdot \text{PE4}$$

$$\text{Nota sólo examen} = \text{PE4}$$

La nota final de los alumnos que no cumplan la condición para aprobar será la obtenida en el examen extraordinario (PE4).

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Será el mismo examen final (ordinario o extraordinario) que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: Serán los mismos que para los alumnos que realizan la evaluación continua.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

CONDICIONES PARA APROBAR LA ASIGNATURA Y NOTA FINAL

La nota final será directamente la obtenida en el examen final (ordinario o extraordinario) con los mismos criterios que para los alumnos que cursan la evaluación continua.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Cuestiones generales sobre los recursos hidráulicos.	
Tema 1. Conceptos generales. Repaso sobre el ciclo hidrológico, tipos de recursos hidráulicos, métodos de evaluación de los recursos hidráulicos: superficiales y subterráneos. Uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas.	IL2, IL4
Tema 2. Usos y demandas de agua. Clasificación, compatibilidad y prioridad de usos del agua. Abastecimiento e industria: dotación y retornos. Regadíos: necesidades hídricas de los cultivos y retornos. Usos no consuntivos: refrigeración, hidroeléctrico, recreativo, paisajístico. El caso particular de los caudales ecológicos.	IL6
Tema 3. Regulación de los recursos hidráulicos. Concepto de regulación. Estudios de regulación: regulación numérica y regulación gráfica. Garantía de suministro. Aplicación al dimensionamiento y gestión de embalses. Aplicación al cálculo de canales de trasvase.	IL3
Tema 4. Situaciones extremas: avenidas y sequías. Zonificación del Dominio Público Hidráulico. Directiva de Inundaciones. Sequías: índices de caracterización. Medidas de gestión de sequías.	IL5
Capítulo II. Obras hidráulicas de regulación: presas.	
Tema 5. Cuestiones generales sobre presas. Objetivos e importancia de las presas. Tipos de presas. Niveles, aliviaderos, desagües y tomas. Estudios hidrológicos e hidráulicos. Estudios y tratamientos del terreno. Normativa legal vigente.	IL3, IL7
Tema 6. Presas de fábrica. Presas de gravedad: análisis de la sección transversal. Elementos característicos de las presas de gravedad de hormigón convencional y de hormigón compactado. Presas aligeradas y presas bóveda. Detalles de diseño. Cálculo estructural. Comprobación de la estabilidad. Construcción de presas de fábrica. Fabricación, puesta en obra y curado del hormigón. Recrecimientos de presas de fábrica.	IL3, IL7
Tema 7. Presas de materiales sueltos. Características generales de las presas de materiales sueltos. Presas homogéneas. Presas con núcleo impermeable. Presas con pantalla de hormigón. Presas con pantalla asfáltica. Presas con núcleo asfáltico. Métodos de cálculo. Materiales para presas de materiales sueltos. Filtros, drenes y pantallas. Construcción de presas de materiales sueltos. Recrecimiento de presas de materiales sueltos.	IL3, IL7

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 8. Órganos hidráulicos de las presas. Tipología de aliviaderos. Vertederos. Compuertas. Canales de descarga. Ondas cruzadas. Cuencos amortiguadores y trampolines. Desagües profundos. Tomas. Cavitación. Sistemas de aireación.	IL3, IL7
Tema 9. Laminación de avenidas. Concepto de la laminación de avenidas. Obtención de los hidrogramas laminados: cálculo analítico y cálculo gráfico. Cálculo de volúmenes de resguardo. Aplicación al cálculo de los niveles de embalse. Aplicación al cálculo de las compuertas.	IL3, IL7
Tema 10. Explotación de presas. Explotación de presas en situación ordinaria y extraordinaria. Auscultación de presas. Conservación y reparación de presas. Documentos de seguridad de presas. Normas de explotación de embalses en situación ordinaria. Normas de explotación de embalses en situación de avenida.	IL3, IL7
Capítulo III. Planificación de los sistemas de recursos hidráulicos	
Tema 11. Legislación de aguas. Ley de Aguas. Reglamento del Dominio Público Hidráulico. Directiva Marco del Agua. Reglamento e Instrucción de Planificación Hidrológica.	IL6
Tema 12. Planificación hidrológica. La cuenca hidrográfica como unidad de gestión. Demarcaciones hidrográficas. Planes Hidrológicos. Programas de medidas. Economía del agua. Beneficios y costes de las obras hidráulicas. El precio del agua. Recuperación del coste de los servicios del agua.	IL5, IL9
Tema 13. Los modelos para la explotación. Modelos de simulación de sistemas de recursos hidráulicos. Modelos de optimización de la gestión. Modelos de explotación. Información hidrológica: sistemas SAIH y SAICA.	IL1, IL10

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos 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.

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas, con el objetivo de conseguir una correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor.

Adaptación, en su caso, a formato de docencia no presencial (on-line)

Las clases on line, si fuesen necesarias, se impartirían en unos de los siguientes formatos:

(1) El profesor y los alumnos se conectan simultáneamente utilizando el programa de video-reunión que proponga la Escuela. La clase se imparte en directo el día y a la hora que le corresponde según el horario del curso, de forma análoga a como se haría en el aula. El profesor expone su clase con voz apoyado del material audiovisual que considere y los alumnos formulan dudas mediante chat. La clase se graba, creando un fichero que luego se puede poner a disposición de los alumnos.

(2) El profesor previamente graba su clase, creando un archivo –o varios- de audio y vídeo con el contenido de la clase. El profesor sube a Moodle el archivo (o los archivos) antes del día que le corresponde dar la clase según el horario del curso. De esta manera, no es necesaria la coincidencia simultánea de profesor y alumnos, pues cada alumno puede acceder a la clase, bien en el momento que le corresponde según el horario, o bien en otro momento a su elección. Los alumnos plantean sus dudas al profesor mediante correo electrónico.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos y propuestos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Granados, A. (2000). *Problemas de obras hidráulicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

Martín Carrasco, F.J. & Garrote, L. (2013). *Dimensionamiento y optimización de obras hidráulicas*. Editorial Garceta, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

Vallarino, E. (2014). *Tratado básico de presas*. Editorial Garceta. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección SEINOR nº 51, Madrid.

Bibliografía complementaria:

Balairón, L. (2000). *Gestión de recursos hídricos*. UPC, Barcelona.

Fell, R. et al. (2014). *Geotechnical engineering of dams*. CRC Press, Leiden.

Schleiss A.J. & Pougatsch H. (2011). *Les barrages. Du project à la mise en service*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Traité de Génie Civil V.27, Lausana.

SPANCOLD (varios años). *Guías técnicas de seguridad de presas*. Comité Nacional Español de Grandes Presas, Madrid.

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1, 2 y 3 3 h			Estudio temas 1, 2 y 3 3 h			6 h
2	Temas 4 1 h	Tema 3 2 h		Estudio temas 3 y 4 3 h			6 h
3	Tema 5 1 h	Tema 3 (cont.) 2 h		Estudio temas 3 y 5 3 h			6 h
4	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 3 h			6 h
5	Tema 6 (cont.) 2 h	Tema 6 (cont.) 1 h		Estudio tema 6 3 h			6 h
6	Tema 6 (cont.) 1 h	Tema 6 (cont.) 2 h		Estudio tema 6 3 h			6 h
7	Tema 6 (cont.) 2 h	Tema 6 (cont.) 1 h		Estudio tema 6 3 h			6 h
8-1	Tema 6 (cont.) 1 h	Tema 6 (cont.) 2 h		Estudio tema 6 3 h		Viaje de prácticas (3 días)	6 h
8-2				Preparación del examen parcial 10 h	Examen parcial 2 h 30 min		12 h 30 min
9	Tema 7 2 h	Tema 7 1 h		Estudio temas 6 y 7 3 h			6 h
10	Tema 7 (cont.) 2 h	Tema 7 (cont.) 1 h		Estudio tema 7 3 h			6 h
11	Tema 7 (cont.) y 8 3 h			Estudio temas 7 y 8 3 h			6 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 8 (cont.) 1 h	Tema 9 2 h		Estudio tema 8 y 9 3 h			6 h
13	Tema 8 (cont.) 1 h	Tema 9 (cont.) 2 h		Estudio temas 8 y 9 3 h			6 h
14	Tema 10 1 h	Tema 9 (cont.) 2 h		Estudio temas 9 y 10 3 h			6 h
15	Tema 10 (cont.) 1 h	Capítulo 2: predimensionam. 2 h		Estudio temas 10 y Cap. 2 3 h			6 h
16	Temas 11, 12 y 13 3 h			Estudio temas 11, 12 y 13 3 h			6 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 10 h 30 min	Examen final 2:30 a 5:00 h		13 h
Horas	27 h	21 h		68 h 30 min	5 h a 7:30 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Sistemas Ferroviarios

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000378	4,5	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Railway Systems			
Materia	Sistemas ferroviarios.			
Departamento	Ingeniería del Transporte, Territorio y Urbanismo			
Web asignatura	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Clara Zamorano Martin	Pte.	Todos	Previa petición	Torre planta 5ª	clara.zamorano@upm.es
Juan Gómez Sánchez	Secr.	Todos	Previa petición	Torre planta 5ª	juan.gomez.sanchez@upm.es
Carlos Romero Morales	Vocal	Todos	Previa petición	Torre planta 5ª	carlos.romeromorales@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Conveniente: Ferrocarriles, Geotecnia, Transportes, Electrotecnia

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conocimientos matemáticas y física elemental, Procedimientos Generales de Construcción y proyectos

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.

Código	Competencia
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP7	Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CE41	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso. Desarrolla la competencia transversal 3ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

A	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Diseña y planifica infraestructuras ferroviarias	CGP2, CGP3, CGP4, CGP5, CGP7, CGP12, CGP15, CE34, CT4
RA2	Diseña y planifica la explotación de los sistemas ferroviarios	CGP3, CGP5, CGP7, GP12, CGP18, CE37, CT4
RA3	Incorpora los sistemas ferroviarios a sistemas integrados de transporte, aplicando tecnologías avanzadas	CGP3, CGP5, CGP6, CE34, CE37, CE41, CT4, CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Diseñar y planificar la mejor solución ferroviaria en función de los datos de demanda y el entorno del proyecto.	RA1, RA2
IL2	Sí	Diseñar y planificar la explotación de los servicios ferroviarios en función de la demanda y las características de la línea.	RA1, RA2
IL3	Sí	Diferenciar los sistemas ferroviarios en función de sus características y prestaciones y saber elegir el más conveniente de acuerdo con su entorno.	RA1, RA2, RA3

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1 Mediante evaluación progresiva

PE1. Asistencia a las clases.

Descripción: Todos los días los alumnos presentes en clase se apuntarán en una lista que proporcionará el profesor. Al final de la clase se solicitará que tres alumnos elegidos al azar firmen la asistencia y presenten la identificación correspondiente. En el caso de clases on line la presencia quedará registrada en el aula virtual.

Criterios de calificación: Se considerará validada la presencia de los alumnos que figuran en la lista si los tres alumnos firman y se identifican o responden a alguna pregunta en el caso de docencia on line. El 90% de asistencias se valorará en 10 puntos, y de forma proporcional hasta cero una asistencia menor.

Momento y lugar: En todas las clases

PE2. Participación en la resolución interactiva de ejercicios. 10%

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios prácticos o tipo test, realizados individualmente.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de todos los ejercicios realizados durante el curso.

Momento y lugar: Los ejercicios se realizarán: en el aula (presencial o virtual) en horas de clase, pudiendo ser sin previo aviso; y en casa.

PE3. Realización de un trabajo de grupo 20%

Descripción: Consiste en un trabajo de grupo sobre temas de la materia, asignado directamente por el profesor a un grupo de hasta 7 alumnos, pudiendo ser realizados en el aula o fuera de ella. Los alumnos deberán presentar un trabajo escrito y una grabación en video de su presentación.

Criterios de calificación: El Trabajo se valorará (de 0 a 10) por su estructuración, por su contenido y por su presentación. La calificación de esta prueba de evaluación será la media de la nota de los conceptos indicados. Tendrán la misma calificación todos los miembros del grupo.

Momento y lugar: Será prefijado en tiempo, lugar, forma y contenidos.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

PE4. Examen

70%

Descripción: Constará de preguntas teóricas y ejercicios prácticos basados en los apuntes que los alumnos hayan tomado en las horas de clase. Los alumnos completarán la información de sus propios apuntes con las presentaciones que se les facilitarán oportunamente. La duración máxima será de 150 minutos.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10, obteniéndose como suma de la puntuación de todos los ejercicios.

Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios. Podrá ser presencial o a distancia.

Calificación final de la asignatura mediante “evaluación continua”

Para poder acceder a la calificación mediante evaluación continua será necesario haber asistido a clase al menos el 40% de las veces en que se haya pasado lista de asistencia y obtener una nota mínima de un 2,0 sobre 10 puntos, en todos y cada uno de los ejercicios del examen PE4.

La nota final será el resultado de la media ponderada de las pruebas mencionadas con su correspondiente peso. Concretamente:

$$\text{NOTA FINAL} = 0,1 \cdot \text{PE2} + 0,2 \cdot \text{PE3} + 0,7 \cdot \text{PE4}$$

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 4 puntos (sobre 10) en la nota del examen PE4 y una calificación final ponderada igual o superior a 5, en cuyo caso verán aumentada su nota en un valor $0,1 \cdot \text{PE1}$

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 "solo prueba final" que se indican más abajo.

Los alumnos que no superen la asignatura tras el examen final ordinario deberán acudir al examen extraordinario, cuyo formato será similar al del examen ordinario.

7.2 Mediante “solo prueba final”

Descripción. Tanto el examen final ordinario, como el examen extraordinario consistirán en la realización de una serie de ejercicios teóricos y prácticos de los temas incluidos en el programa de la asignatura, con una duración máxima de 150 minutos. El examen final ordinario coincidirá en fecha y lugar con el examen de evaluación continua PE4.

Criterios de calificación. Se valorará de 0 a 10, obteniéndose como suma de la puntuación de todos los ejercicios. Para aprobar la asignatura la calificación deberá ser igual o superior a 5.

Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios. Podrá ser presencial o a distancia.

Calificación final de la asignatura mediante “solo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final.

Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

Evaluación mediante métodos online

Si se produjese durante el transcurso de la asignatura una alerta sanitaria que imposibilitase el desarrollo de las pruebas de evaluación presencialmente éstas serían desarrolladas mediante las herramientas tecnológicas puestas a disposición por la Universidad Politécnica de Madrid, y según determine la Jefatura de Estudios.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores

Indicador
de Logro
asociado

Tema 1. Planificación ferroviaria

IL1

1.1. Desarrollo histórico del ferrocarril

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
1.2. Aspectos singulares del ferrocarril	
1.3. Planificación: Planes Estratégicos. Estudios de viabilidad	
Tema 2. El sector ferroviario	IL1
2.1. Nuevo modelo ferroviario	
2.2. Organismos internacionales	
Tema 3. Mercancías	IL1
3.1. El transporte de mercancías por ferrocarril	IL3
3.2. El caso español	
Tema 4. Alta velocidad	IL1
4.1. Mejora de líneas convencionales	IL3
4.2. Características de la alta velocidad ferroviaria	
4.3. La alta velocidad en España y en el mundo	
4.4. Material rodante para alta velocidad	
Tema 5. Sistemas Ferroviarios urbanos y ciudad	IL1
5.1. El ferrocarril urbano	IL3
5.2. Tranvías y metros ligeros	
5.3. Cercanías	
5.4. Metro	
5.5. Estaciones	
Tema 6. La marcha del tren	IL2
6.1. Esfuerzos y resistencias al avance	
6.2. Tracción ferroviaria	
6.3. El frenado del tren	
6.4. Capacidad. Programación y Grafiado	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos 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. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y la resolución de los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

Se plantearán trabajos específicos para grupos.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

Adaptación a la docencia online

Si se produjese durante el transcurso de la asignatura una alerta sanitaria que imposibilitase el desarrollo de los seminarios o tutorías presencialmente éstas serían desarrolladas mediante las herramientas tecnológicas puestas a disposición por la Universidad Politécnica de Madrid.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

- Cuadernos de Ferrocarriles del Catedrático Manuel Losada. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM de Madrid. Diversos años.
- Infraestructuras Ferroviarias, del profesor Andrés López Pita, catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona. Editado en la colección *Temas de Transporte y Territorio* de la Universidad Politécnica de Cataluña en 2006.
- Explotación de líneas de ferrocarril, del profesor Andrés López Pita, catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona. Editado por la Universidad Politécnica de Cataluña en 2008.
- Ferrocarriles, de los profesores Daniel Álvarez Montarás y Pablo Luque Rodríguez, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Oviedo. Editado por la Universidad de Oviedo en 2003.
- Manual de tranvías, metros ligeros y sistemas en plataforma reservada. Zamorano, C. Bigas, J. Sastre, J. Editado por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid en 2006.
- Evolución de los sistemas tranviarios. Novales Rodríguez, M., Orro Acay, A. Ed. Tórculo Artes Gráficas, A Coruña, 2003.
- Ferrocarriles metropolitanos. Tranvías, metros ligeros y metros convencionales. Melis, M y González, F.J. Col. Ing. Caminos, Canales y Puertos. 2004
- Tratados de Ferrocarriles. Tomo 1 VIA. Oliveros, F. Editorial Rueda. 1977
- Tratado de Ferrocarriles 2. Ingeniería Civil e Instalaciones. Oliveros, F. Editorial Rueda. 1980
- Manual de ferrocarriles "El sistema ferroviario español" García Álvarez, Alberto. Editorial Ibergarceta, S.L Publicaciones. 2022.

Bibliografía complementaria:

High Speed Rail. Leboeuf, M. Le cherche midi. 2014
Manual para la planificación, financiación e implantación de sistemas de transporte urbano. Zamorano, C., Bigas, J., Sastre, J. Editado por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid en 2004
Señalización Ferroviaria de Francisco Javier González Fernández. Edición propia. 2009
Los sistemas de control de tráfico y señalización en el ferrocarril, de Fernando Montes Ponce de León. Editado por la Universidad de Comillas. 2011

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Transportes.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h						3 h
2	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h					3 h
3	Tema 2 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 8 h			11 h
4	Tema 2 3 h						3 h
5	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h					3 h
6	Tema 3 1 h	Tema 2 2 h		Estudio temas 1 y 2 12 h	Control 25 min		15 h 25 min
7	Tema 3 3 h						3 h
8	Tema 4 1 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 3 8 h			11 h
9	Tema 4 3 h						3 h
10	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h					3 h
11		Tema 4 3 h		Estudio tema 4 preparación control 20 h	Control 35 min		23 h 35 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 5 3 h						3 h
13	Tema 5 y 6 2 h	Tema 5 1 h			Control 30 min		3 h 30 min
14	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h					3 h
15				Estudio tema 6 12 h	Control 30 min		12 h 30 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 14 h 45 min	Examen final 2 h 45 min		17 h 30 min
Horas	29 h	13 h		74 h 45 min	4 h 45 min		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Tercer Semestre

Ingeniería Geotécnica

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000375	4,5	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Geotechnical Engineering			
Materia	Ingeniería Geotécnica			
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Tercer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Jesús González Galindo	Pte.	Todos	L (17:00-20:00) J (9:00-12:00)	Despacho 1.10	jesus.gonzalezg@upm.es
Luis Ortuño Abad	Secr.	Todos	L (18:15-20:15)	Laboratorio Geotecnia	luis.ortuno@upm.es
Rafael Jiménez Rodríguez	Vocal	Todos	M (9-11 y 15,30-18,30) y V (9-10)	Laboratorio Geotecnia	rafael.jimenez@upm.es
Antonio Soriano Martínez			L (18:00-20:00)	Laboratorio Geotecnia	antonio.soriano.martinez@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Ingeniería Geológica

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conceptos básicos de mecánica del suelo (modelos de comportamiento, criterios de rotura, filtraciones..) y de geotecnia (carga de hundimiento en cimentaciones superficiales y profundas, empujes sobre estructura rígidas, estabilidad de taludes..)

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil
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

Código	Competencia
CB07	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos
CB08	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CGP2	Alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8
CGP11	Capacidad para el proyecto, ejecución e inspección de estructuras (puentes, edificaciones, etc.), de obras de cimentación y de obras subterráneas de uso civil (túneles, aparcamientos), y el diagnóstico sobre su integridad
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales
CE21	Aplicación de los conocimientos de la mecánica de suelos y de las rocas para el desarrollo del estudio, proyecto, construcción y explotación de cimentaciones, desmontes, terraplenes, túneles y demás construcciones realizadas sobre o a través del terreno, cualquiera que sea la naturaleza y el estado de éste, y cualquiera que sea la finalidad de la obra de que se trate
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional. Desarrolla la competencia transversal 7ª de la normativa UPM
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA 76	Proyecta y evalúa cimentaciones y obras geotécnicas, y planifica su ejecución y preservación de integridad aplicando modelos y criterios orientados a la optimización resistente, funcional y medioambiental.	Todas las señaladas en el apartado 4

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	SI	Identifica correctamente los riesgos geotécnicos en ingeniería civil, plantea. Conoce la normativa europea en cuanto a seguridad en Ingeniería Geotécnica	RA1
IL2	SI	Identifica, selecciona y plantea adecuadamente los tratamientos de mejora del terreno más adecuados para hacer frente a los problemas geotécnicos más frecuentes	RA1
IL3	SI	Plantea correctamente los estudios de estabilidad de taludes y laderas. Plantea correctamente el empleo de estructuras de suelo reforzado	RA1
IL4	SI	Conoce los condicionantes de diseño de las excavaciones urbanas y los efectos del agua y la subpresión	RA1
IL5	SI	Identifica y comprende los riesgos asociados a los terrenos problemáticos. Identifica los problemas de patología de cimentaciones más frecuentes y conoce técnicas para su refuerzo y recalce	RA1
IL6	SI	Conoce los aspectos geotécnicos de las obras portuarias. Sabe diseñar cimentaciones superficiales sometidos a fuerzas horizontales apoyadas en terreno heterogéneos.	RA1
IL7	SI	Conoce los aspectos geotécnicos de diseño de túneles.	RA1
IL8	SI	Conoce los principios básicos de los estudios sísmicos y plantea correctamente el análisis de la licuefacción del terreno	RA1
IL9	SI	Conoce las ideas generales del empleo de modelos numéricos en el cálculo geotécnico.	RA1

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE0. Actividades voluntarias con programas de ordenador **10%**

Descripción: Consiste en actividades voluntarias sobre resolución de problemas reales con programas de ordenador.

Criterios de calificación: La calificación del examen se valorará de 0 a 1. Esta nota se añadirá a la nota de curso siempre que la calificación sea superior a 5

Momento y lugar: Los determina el profesor.

PE1. Examen parcial **50%**

Descripción: Consiste en una prueba formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha. La duración máxima será de 3 horas.

Criterios de calificación: La calificación del examen se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

PE2. Examen final ordinario

**50% o
100%**

Descripción: Constará de dos partes. La primera está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico correspondientes a los temas relativos al control intermedio. No están obligados a examinarse de esta primera parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 5 en el control intermedio. La realización de la esta parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido en el examen parcial (PE1).

La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura no incluidos en el control intermedio. Todos los alumnos deben examinarse de esta parte.

La duración de cada parte será de 1-1,5 hora. Los alumnos que no superen la asignatura tras el examen ordinario deberán acudir al examen extraordinario, cuyo formato es similar al del ordinario.

Criterios de calificación: La calificación del examen se valorará de 0 a 10. Para los alumnos que realicen las dos partes, el peso del examen final será del 100% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 50%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte (la que deben realizar los alumnos que obtuvieron una calificación inferior a 5 en el control intermedio).

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. Concretamente:

- Los alumnos que hayan aprobado el control intermedio tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE0 (10%), PE1 (50%) y PE2 (50%).
- Los alumnos que no hayan aprobado el control intermedio, y que por tanto deben presentarse al examen final completo, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE2 (100%).

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 4,0 puntos (sobre 10) en la nota del examen (PE2) y una calificación final igual o superior a 5.

Si el alumno no superase la asignatura tras el final ordinario deberá acudir al extraordinario (PE4). La nueva calificación final se obtiene ponderando la calificación de cada prueba de evaluación por su correspondiente peso tal como se indica a continuación; PE4 (100%). Para superar 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. Para los alumnos que no respondan a la parte voluntaria del examen final ordinario, se considerará su nota de la prueba intermedia para obtener la calificación mediante el sistema de "sólo prueba final".

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Tanto el examen final ordinario como el extraordinario consistirán en el mismo esquema que se ha indicado para el examen final de los alumnos de evaluación continua. El examen final ordinario coincide con el examen final de evaluación continua.

Criterios de calificación: La calificación del examen se valorará de 0 a 10. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Geotecnia Vial	
1.1. Estabilidad de taludes y laderas.	
1.1.1 Estabilidad de laderas. Introducción.	
1.1.2 Investigación y auscultación de deslizamientos.	IL3
1.1.3 Medidas de estabilización.	
1.1.4 El refuerzo de taludes mediante anclajes, bulones y pasadores.	
1.2 Estructuras de contención de suelo reforzado	
Tema 2. Fiabilidad	
2.1. Coeficientes de seguridad.	IL 1
2.2. La seguridad según el Eurocódigo	
2.3. Cálculo de la fiabilidad	
Tema 3. Técnicas de mejora del terreno	
3.1. Objetivos y clasificación.	
3.2. Compactación dinámica	IL2
3.3. Inclusiones semirrígidas y rígidas.	
3.4. Inyecciones.	
Tema 4. Geotecnia en la edificación	
4.1. Cimentaciones sobre terrenos especiales: expansivos, colapsables, karst.	
4.2. Estimación del daño producido por los asentos. Patología de las cimentaciones de edificios.	IL4, IL5
4.3. Refuerzo y recalce de cimentaciones.	
Tema 5. Geotecnia portuaria	
5.1. Consideraciones geotécnicas sobre las obras portuarias.	
5.2. Estructuras portuarias de gravedad.	IL6
5.3. Muelle de pilotes.	
5.4. Otras obras portuarias.	
Tema 6. Geotecnia en túneles	
6.1. Tipología de túneles.	
6.2. Procesos constructivos.	IL7
6.3. Cálculo de convergencias y sostenimientos.	
6.4. Efectos en edificios y superficie	
Tema 7. Geotecnia sísmica.	
7.1. Conceptos básicos. Magnitud, intensidad, espectros de respuesta.	IL8
7.2. Comportamiento dinámico.	
7.3. Estudio de la licuefacción.	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos teóricos necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura. Se acompañarán de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos y pertinentes para desarrollar la capacidad científica, técnica y profesional del alumno. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a cuestionar y discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones.

Clases prácticas:

La enseñanza incluirá, además de las clases teóricas, la propuesta de problemas prácticos que habrán de ser resueltos y entregados por los alumnos. Se podrán establecer sesiones asistidas por los profesores de resolución y repaso.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y resolverá individualmente los ejercicios que se plantearán en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Geotecnia y Cimientos I, II y III, Editorial Rueda, Madrid.

Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento.

Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias. ROM-0.5-05. Puertos del Estado. Ministerio de Fomento.

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento básico SE-C. Seguridad Estructural. Cimientos. Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda. Ministerio de Vivienda.

Bibliografía complementaria:

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

<https://jesusgonzalezgalindo.wordpress.com/>, @GeotecniaICCP

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno. Laboratorio.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio Tema 1 3 h 15 min			6 h 15 min
2	Tema 2 1 h	Tema 1 2 h		Estudio Tema 2 3 h 15 min			6 h 15 min
3	Tema 2 2 h	1 h		Estudio Tema 2 3 h 15 min			6 h 15 min
4	Tema 2 2 h	1 h		Estudio Tema 2 3 h 15 min			6 h 15 min
5	Tema 3 3 h			Estudio Tema 3 3 h 15 min			6 h 15 min
6	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio Tema 3 3 h 15 min			6 h 15 min
7	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio Tema 3 3 h 15 min			6 h 15 min
8	Tema 4 2 h	Tema 3 1 h		Estudio Tema 4 3 h 15 min			6 h 15 min
9	Tema 5 1 h	Tema 4 2 h		Estudio Tema 4 3 h 15 min			6 h 15 min
10	Temas 5 3 h			Estudio Tema 5 3 h 15 min			6 h 15 min
11	Temas 5 2 h	Temas 5 1 h		Estudio Tema 5 3 h 15 min			6 h 15 min
12	Temas 6 3 h			Estudio Tema 6 3 h 15 min			6 h 15 min
13	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio Tema 6-7 3 h 15 min			6 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
14	Tema 7 2 h	Tema 7 1 h		Estudio Tema 7 3 h 15 min			6 h 15 min
15	Tema 7 2 h	1 h		Estudio Tema 8 3 h 15 min			6 h 15 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación de exámenes 25 h 45 min	Examen parcial 2 h		27 h 45 min
Horas	36 h	9 h		74 h 30 min	2 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Obras hidráulicas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000374	6	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Hydraulic engineering			
Materia	Obras hidráulicas			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Francisco Javier Martín Carrasco	Pte.	Todos	J (10:30-14:30) V (10:30-12:30)	Planta 10	f.martin@upm.es
Alfredo Granados García	Secr.	Todos	L (12-14:30) M (11-14:30)	Planta 10	a.granados@upm.es
David Santillán Sánchez	Vocal	Todos	M y X (9-11) J (16-18)	Planta 10	santillan@caminos.upm.es
Isabel Granados García		Todos	M (11-14)	Planta 10	i.granados@upm.es
Rafael Martínez Alonso		Todos	L (10-14) M (10-12)	Edificio Retiro	rafael.martinez@upm.es
Araceli Martín Candilejo		Todos	M (12-14)	Lab. Sist, Inteligentes	araceli.martin@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Hidráulica técnica y Recursos hidráulicos.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Código	Competencia
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP13	Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE24	Capacidad para proyectar, dimensionar, construir y mantener obras hidráulicas.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil.
CE35	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional. Desarrolla la competencia transversal 7ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Comprende la necesidad de las obras hidráulicas y de su planificación coordinada.	CGP4, CGP5,
RA2	Diseña y proyecta y dirige la construcción de infraestructuras hidráulicas.	CPG12, CPG13, CPG18, CP24, CE34, CE35
RA3	Organiza la conservación y mantenimiento de obras hidráulicas.	CPG12, CP24, CE35
RA4	Incorpora los condicionantes medioambientales en la planificación, evaluación, gestión y explotación de un sistema de recursos hidráulicos.	CPG15, CPG18, CE37
RA5	Comprende y domina los métodos utilizados en la realización de estudios profesionales de obras hidráulicas	CPG3, CPG6, CT5

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA6	Conoce y aplica las bases legales, reglamentarias y administrativas que se utilizan en la planificación del agua en España.	CGP2

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los tipos de obras hidráulicas que componen un sistema hidráulico.	RA1
IL2	Sí	Concibe, estudia la viabilidad y anteproyecta sistemas hidráulicos.	RA2
IL3	Sí	Realizar el predimensionamiento de los elementos de una obra hidráulica.	RA2
IL4	Sí	Gestiona, conservar, explota y repara sistemas hidráulicos.	RA3
IL5	Sí	Realiza un estudio de rentabilidad económica de una obra hidráulica.	RA5
IL6	No	Conoce los efectos y condicionantes medioambientales en la planificación de un sistema de recursos hidráulicos	RA4, RA6

NOTA. Básico: Indicador de logro que deben superarse de forma individual para aprobar de la asignaturas.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

7.1. Mediante evaluación progresiva

PE1. Ejercicios de clase **10%**

Descripción: Se podrá plantear al alumno un número indefinido de ejercicios teóricos y prácticos de corta duración en la propia aula. Los ejercicios deben ser respondidos de forma individual por cada alumno.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de los ejercicios realizados.

Momento y lugar: Los ejercicios se plantearán sin previo aviso durante el horario de clase y se responderán en el aula.

PE2. Examen parcial **45% o 50%**

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en las clases de la asignatura hasta la fecha del examen.

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.

Si la calificación del examen es igual o superior a 4 (es decir, si $PE2 \geq 4$) el alumno puede optar por no examinarse de esta parte en el examen final ordinario.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

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 puede consistir en (1) 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 (2) varios problemas cortos que se deben resolver de forma análoga a lo indicado anteriormente, cada uno en un tiempo máximo.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán	Peso
--	------

Los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos responden 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.

PE3. Examen final ordinario

45%, 50% o 100%

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

Descripción: El examen tendrá dos partes diferenciadas:

- La primera (PE3a) corresponde a la parte de la asignatura impartida después de la realización del parcial. Dado que los temas de la asignatura están interrelacionados, esta parte del examen puede contener materia de los temas incluidos en el examen parcial.
- La segunda (PE3b) corresponde a la materia explicada antes del parcial.

Cada una de las partes constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada de cada parte será de 2-2,5 horas y entre ambas habrá un descanso intermedio de 15 minutos.

Criterios de calificación: Cada parte se evalúa por separado. Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10, siendo la nota de cada una de las partes (PE3a y PE3b) la media de la calificación de los ejercicios correspondientes.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

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 puede consistir en (1) 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 (2) 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 responden 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.

CONDICIONES PARA APROBAR LA ASIGNATURA. PERIODO ORDINARIO

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

1. Haber obtenido en cada una de las partes del examen final que haya realizado una calificación igual o superior a 4.
2. Que la media de las calificaciones obtenidas en la primera (PE2 o PE3b) y la segunda parte (PE3a) sea superior a 5.

NOTA FINAL. PERIODO ORDINARIO

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

$$\text{Nota ejercicios y exámenes} = 0,1 \cdot \text{PE1} + 0,45 \cdot (\text{PE2 o PE3b}) + 0,45 \cdot \text{PE3a}$$

$$\text{Nota sólo exámenes} = 0,5 \cdot (\text{PE2 o PE3b}) + 0,5 \cdot \text{PE3a}$$

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:

$$\text{Nota sólo exámenes} = 0,5 \cdot (\text{PE2 o PE3b}) + 0,5 \cdot \text{PE3a}$$

Nota del alumno suspenso que tenga la calificación más alta.

PE4. Examen final extraordinario

90% o 100%

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 2,5-3 horas.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

Criterios de calificación: Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen (PE4) será la media de la calificación obtenida en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

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 puede consistir en (1) 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 (2) 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 responden 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.

CONDICIÓN PARA APROBAR LA ASIGNATURA. PERIODO EXTRAORDINARIO

Que la nota del examen sea igual o superior a 5 (es decir, $PE4 \geq 5$).

NOTA FINAL. PERIODO EXTRAORDINARIO

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

$$\text{Nota ejercicios y exámenes} = 0,1 \cdot PE1 + 0,9 \cdot PE4$$

$$\text{Nota sólo examen} = PE4$$

La nota final de los alumnos que no cumplan la condición para aprobar será la obtenida en el examen extraordinario (PE4).

7.2. Mediante evaluación global

Descripción: Será el mismo examen final (ordinario o extraordinario) que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: Serán los mismos que para los alumnos que realizan la evaluación continua.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

CONDICIONES PARA APROBAR LA ASIGNATURA Y NOTA FINAL

La nota final será directamente la obtenida en el examen final (ordinario o extraordinario) con los mismos criterios que para los alumnos que cursan la evaluación continua.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
--	-----------------------------

Capítulo I. Obras hidráulicas de regulación: presas.

Tema 1. Presas y azudes.

*En este tema se repasarán los temas relativos a las presas, que se han visto con gran detalle en la asignatura **Recursos Hidráulicos** de este mismo máster: cuestiones generales, presas de fábrica, presas de materiales sueltos, órganos hidráulicos de las presas, explotación de presas, regulación, laminación, etc.*

Capítulo II. Obras hidráulicas de transporte: conducciones.

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 2. Conducciones en lámina libre: canales. Tipos de canales. Trazado de canales. Problemas geotécnicos en canales. Sección tipo. Cálculos hidráulicos y dimensionamiento de canales. Revestimiento y drenaje. Canales en tierra. Construcción de canales. Obras especiales en canales. Regulación de canales. Sistemas de control.	IL1, IL2, IL3, IL4
Tema 3. Conducciones en presión: redes de tuberías. Tipos tubos: componentes y características. Cálculos hidráulicos y dimensionamiento mecánico de tuberías. Trazado, proyecto, construcción y equipamiento de conducciones. Sistemas de control.	IL1, IL2, IL3, IL4
Tema 4. Optimización de redes ramificadas de tuberías. Planteamiento. Concepto del gradiente de cambio. Procedimiento operativo del sistema Granados.	IL3
Capítulo III. Diseño de estaciones de bombeo y centrales hidroeléctricas.	
Tema 5. Conceptos económicos para la evaluación de proyectos hidráulicos. Manipulación de los flujos monetarios. Comparación económica de inversiones. Criterios para el dimensionamiento óptimo de proyectos.	IL5
Tema 6. Estaciones de bombeo. Conceptos básicos. Clases y características de las bombas rotodinámicas. Criterios de selección de bombas. Normas de instalación y montaje de bombas. Diseño de estaciones de bombeo. Protecciones y enclavamientos. Transitorios y equipos antiarriete. Optimización del sistema conjunto de bombas y conducción. Explotación de un sistema de bombeo.	IL1, IL2, IL3, IL4
Tema 7. Centrales hidroeléctricas. Conceptos básicos de potencia y energía. El mercado eléctrico. Tipología y dimensionamiento de aprovechamientos hidroeléctricos: saltos de pie de presa, en derivación, fluyente y reversible. Tomas: embocadura, desarenadores, etc. Sumergencia. Chimeneas de equilibrio. Tuberías forzadas: criterios de dimensionamiento, trazado, apoyos, macizos de anclaje, piezas especiales. Minicentrales. Cálculo del caudal de diseño de un aprovechamiento hidroeléctrico.	IL1, IL2, IL3, IL4
Capítulo III. Otras obras hidráulicas: regadíos, obras fluviales, acuíferos y restauración ambiental.	
Tema 8. Regadíos. Regadíos: necesidades hídricas de los cultivos y retornos. Técnicas de riego: riego por aspersión y riego localizado. Cálculo de caudales en redes colectivas de riego.	IL1, IL2, IL3
Tema 9. Obras fluviales y acuíferos Obras de encauzamiento. Defensa y corrección de márgenes fluviales. Captaciones de aguas subterráneas. Explotación de acuíferos y recarga artificial.	IL1, IL2, IL3
Tema 10. Restauración medioambiental. Problemas medioambientales. Medidas preventivas y correctoras. Actuaciones para la restauración ambiental. Estado ecológico de masas de agua. Concepto e importancia del caudal ecológico. Métodos para cálculo de los caudales ecológicos: hidrológicos y de simulación de hábitat.	IL2, IL6

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos 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.

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas, con el objetivo de conseguir una correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiriera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor.

Adaptación, en su caso, a formato de docencia no presencial (on-line)

Las clases on line, si fuesen necesarias, se impartirían en unos de los siguientes formatos:

(1) El profesor y los alumnos se conectan simultáneamente utilizando el programa de video-reunión que proponga la Escuela. La clase se imparte en directo el día y a la hora que le corresponde según el horario del curso, de forma análoga a como se haría en el aula. El profesor expone su clase con voz apoyado del material audiovisual que considere y los alumnos formulan dudas mediante chat. La clase se graba, creando un fichero que luego se puede poner a disposición de los alumnos.

(2) El profesor previamente graba su clase, creando un archivo –o varios- de audio y vídeo con el contenido de la clase. El profesor sube a Moodle el archivo (o los archivos) antes del día que le corresponde dar la clase según el horario del curso. De esta manera, no es necesaria la coincidencia simultánea de profesor y alumnos, pues cada alumno puede acceder a la clase, bien en el momento que le corresponde según el horario, o bien en otro momento a su elección. Los alumnos plantean sus dudas al profesor mediante correo electrónico.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos y propuestos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

- Balairón, L. et al. (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Centro de Publicaciones del CEDEX, Madrid.
- Cuesta, L. & Vallarino, E. (2014). *Aprovechamientos hidroeléctricos*. Editorial Garceta. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección SEINOR nº 50, Madrid.
- Granados, A. (2000). *Problemas de obras hidráulicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- 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 complementaria:

Granados, A. (2007). *Redes colectivas de riego a presión*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

Granados, A. & Pimentel, H. (2000). *Sistemas de riego*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

Liria Montañés, J. (2001). *Canales hidráulicos: proyecto, construcción, gestión y modernización*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección SEINOR nº 25, Madrid.

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 y 2 4 h			Estudio tema 1 y 2 4 h			8 h
2	Tema 2 (cont.) 2 h	Tema 2 2 h		Estudio tema 2 4 h			8 h
3	Tema 2 (cont.) 2 h	Tema 2 (cont.) 2 h		Estudio tema 2 4 h			8 h
4	Tema 3 2 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 3 4 h			8 h
5	Tema 3 (cont.) 2 h	Tema 3 (cont.) 2 h		Estudio tema 3 4 h			8 h
6	Tema 3 (cont.) 2 h	Tema 3 (cont.) 2 h		Estudio tema 3 4 h			8 h
7	Tema 4 2 h	Tema 4 2 h		Estudio tema 4 4 h			8 h
8-1	Tema 4 (cont.) 2 h	Tema 4 (cont.) 2 h		Estudio tema 4 4 h			8 h
8-2				Preparación del examen parcial 14 h	Examen parcial 2 h 30 min		16 h 30 min
9	Tema 5 y 6 3 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 y 6 4 h			8 h
10	Tema 6 (cont.) 2 h	Tema 6 2 h		Estudio tema 6 4 h			8 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 6 (cont.) 2 h	Tema 6 (cont.) 2 h		Estudio tema 6 4 h			8 h
12	Temas 6 (cont.) 2 h	Tema 6 (cont.) 2 h		Estudio tema 6 4 h			8 h
13	Tema 7 2 h	Tema 7 2 h		Estudio tema 7 4 h			8 h
14	Tema 8 2 h	Tema 7 (cont.) 2 h		Estudio tema 7 y 8 4 h			8 h
15	Temas 8 (cont.) y 9 2 h	Tema 7 (cont.) 2 h		Estudio tema 8, 9 y 10 4 h			8 h
16	Temas 9 (cont.) y 10 2 h	Tema 8 2 h		Estudio tema 8, 9 y 10 4 h			8 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 15 h	Examen final 2:30 a 5:00 h		17 h 30 min
Horas	35 h	29 h		93 h	5 h a 7:30 h		162 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Planificación y gestión de carreteras

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000380	4,5	Obligatoria	Materias Comunes	Español
Nombre en inglés	Road Planning and Management.			
Materia	Planificación y gestión de carreteras.			
Departamento	Ingeniería del Transporte, Territorio y Urbanismo.			
Web asignatura	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales .			
Periodo impartición	Tercer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Manuel Romana García	Pte.	A	L: 08:30 a 10:30 y 12:00 a 14:00 J: 09:00 a 11:00	Lab. Caminos	manuel.romana@upm.es
Rafael Jurado Piña		A	L: 10:00 a 14:00 M: 9:00 a 11:00	Lab. Caminos	rafael.jurado@upm.es
Begoña Guirao Abad	Vocal	A	M y J: 11:30 a 14:30	Lab. Caminos	begona.guirao@upm.es
Juan Gallego Medina	Secr.	A	X y J: 16:00 a 19:00	Lab. Caminos	juan.gallego@upm.es
José Ramón Ballesteros		A	M: 20:00 a 21:00		jr.ballesteros@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Ingeniería y Territorio, Modelos matemáticos para sistemas de Ingeniería civil, Sistemas de transporte, Economía

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Estadística, Ingeniería de carreteras (proyecto y construcción), Inglés.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente..

Código	Competencia
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras
CE40	Capacidad de aplicación integral de conocimientos en asesoría, análisis, diseño, cálculo, construcción, mantenimiento, conservación, explotación, gestión legal, gestión empresarial, planificación y gestión técnica de infraestructuras y sistemas de transporte.
CE41	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Inserta adecuadamente la planificación viaria tanto en la política de transportes como en la planificación territorial.	CGP2, CGP3, CGP15, CE37
RA2	Analiza críticamente la estructura y los contenidos de un plan de carreteras.	CGP4, CGP5, CE37
RA3	Es capaz de establecer una programación de actuaciones como consecuencia de los establecidos en un plan de carreteras.	CE40, CT1, CT4, CT7
RA4	Conoce los procedimientos con los que se deben analizar tanto la oferta viaria como la correspondiente demanda y, como consecuencia de ello, es capaz de establecer las bases para la redacción de un plan de carreteras.	CGP12, CE41, CT1, CT4, CT7
RA5	Conoce cómo se organiza la explotación de una red viaria y los distintos modelos de gestión que existen para tal fin.	CGP4, CGP5, CE37
RA6	Es capaz de diseñar la gestión del tráfico de una red viaria interurbana.	CE40
RA7	Es capaz de diseñar la gestión del tráfico de una red viaria urbana.	CE40
RA8	Conoce los fundamentos de la gestión de la seguridad de la circulación viaria.	CGP3, CE41

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA9	Es capaz de diseñar una campaña de vialidad invernal.	CE40, CT1, CT4, CT7
RA10	Conoce las posibilidades de la tecnología ITS aplicada a la explotación viaria.	CGP5, CGP6, CE41
RA11	Sabe cómo obtener, analizar y explotar los datos e informaciones necesarios para la gestión de la conservación viaria.	CGP15, CE41
RA12	Conoce la estructura de los sistemas de gestión de la conservación y las características de cada uno de sus subsistemas.	CGP5, CE40
RA13	Sabe establecer indicadores de estado y sus umbrales y elaborar modelos de evolución para cada uno de los elementos de una carretera considerados en un sistema de gestión de la conservación.	CGP6, CE37
RA14	Determina las necesidades de inversión para la conservación de una red viaria según determinados procedimientos e independientemente de los mecanismos de financiación que se vayan a aplicar.	CGP3, CGP4, CE40, CT1, CT4, CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Identifica las discordancias entre la planificación viaria y la política de transportes, por un lado, y la planificación territorial, por otro.	RA1
IL2	Sí	Elabora el programa de actuaciones correspondiente a un plan de carreteras.	RA2, RA3
IL3	No	Evalúa la oferta presente de infraestructuras viarias, así como la demanda actual y la previsible en un futuro.	RA4
IL4	Sí	Diseña las medidas para la gestión del tráfico en una red viaria, sea urbana o interurbana.	RA5, RA6, RA7, RA10
IL5	No	Diseña una campaña para mejorar a medio y a largo plazo las condiciones de seguridad de la circulación en un tramo o en una red viaria.	RA8
IL6	Sí	Diseña una campaña de vialidad invernal.	RA9
IL7	Sí	Maneja con soltura un sistema de gestión de la conservación viaria.	RA11, RA12
IL8	Sí	Fija indicadores de estado y define modelos de evolución de los principales elementos de la carretera.	RA13
IL9	NO	Calcula o estima las necesidades de inversión para la conservación de una red viaria.	RA14

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

No básico: Indicador de logro que debe superarse básicamente mediante trabajo de grupo para aprobar la asignatura

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

PE1. Resolución en grupo de ejercicios y problemas **40 %**

Descripción: Consiste en casos prácticos (cinco a lo largo del semestre), cada uno de los cuales será analizado y resuelto en grupos, tanto en las horas de clase como fuera de ellas. Los grupos serán establecidos por los profesores al comienzo de la asignatura y permanecerán invariables. Estos casos prácticos se seguirán planteando de la misma manera en el caso en el que las autoridades académicas establezcan de manera permanente o transitoria que la actividad docente debe desarrollarse de manera no presencial (o se hubiese permitido la no presencialidad a una parte de los alumnos).

Criterios de calificación: Cada caso se valorará de 0 a 10. La calificación de PE1 será la media aritmética de los casos propuestos. A estos efectos un caso no realizado se calificará con 0 (calificación que recibiría también el estudiante que, por las causas que fuesen, no hubiese participado en el trabajo del grupo).

Momento y lugar: Los casos prácticos serán propuestos de manera regular a lo largo del semestre y los estudiantes contará con el tiempo estrictamente necesario para su resolución.

PE2. Control intermedio **30 %**

Descripción: Consiste en una prueba que incluye una prueba objetiva de respuesta múltiple (*test*) y uno o dos ejercicios teórico-prácticos, relativos todos ellos a los temas de la materia desarrollados hasta ese momento. La duración será como mínimo de 1,5 horas y como máximo de 2,5 horas.

El control intermedio podrá ser presencial o telemático. La modalidad se comunicará con suficiente antelación, así como, en el caso de modalidad telemática, la herramienta que habría de emplearse y el modo de realizar la conexión, todo lo cual sería detallado en la convocatoria del control. La estructura de este sería en todo caso la señalada en el párrafo anterior; sin embargo, el tiempo indicado podría variar a fin de adaptarlo a las limitaciones derivadas de la herramienta utilizada.

Criterios de calificación: La prueba se valorará con una calificación de 0 a 10. Se requiere que en el control la calificación sea igual o superior a 3,5; si no fuese así, la calificación de PE 2 sería 0. Quien no se presentase al control intermedio perdería la opción de superar la asignatura mediante evaluación continua, independientemente de sus calificaciones en PE1.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE3. Examen final **30 %, 60% o 100%**

Descripción: Consiste en una prueba constituida por dos partes: la primera relativa a los mismos temas que el control intermedio y la segunda relativa al resto de los temas. Cada una de las partes tendrá una estructura igual a la del control intermedio. La duración de la prueba será como mínimo de 3 horas y como máximo de 4 horas.

El examen final será presencial. Sin embargo, en el caso de que las autoridades académicas hubieran establecido la modalidad telemática para las pruebas finales de evaluación, se comunicaría con suficiente antelación la herramienta que habría de emplearse y el modo de realizar la conexión, todo lo cual sería asimismo detallado en la convocatoria del examen. La estructura de este sería en todo caso la señalada en el párrafo anterior; sin embargo, el tiempo indicado podría variar a fin de adaptarlo a las limitaciones derivadas de la herramienta utilizada.

Criterios de calificación: La prueba se valorará con una calificación de 0 a 10, siendo idéntico el peso de cada una de las partes. El estudiante que en el control intermedio hubiese obtenido una calificación igual o superior a 3,5 podrá optar por no volver a hacer la parte correspondiente del examen final. En todo caso, se le computará la mayor de las dos calificaciones.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Se considerará superada la materia cuando la calificación obtenida de combinar PE1 y PE3 (PE3 incorpora en su caso PE2), con sus correspondientes ponderaciones, sea igual o superior a 5,0. Sin embargo, quien no se hubiese presentado al examen final figuraría en las actas de la asignatura como "No presentado", independientemente de las calificaciones que hubiera obtenido en PE1 y PE2.

Para los estudiantes de evaluación continua que realicen la totalidad del examen final P3, 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.

7.2. Mediante "solo prueba final"

Descripción: El examen final ordinario responderá al mismo esquema que se ha indicado para el examen final de los estudiantes de evaluación continua y coincide con él. El examen final extraordinario consiste por su parte en una prueba que incluye una prueba objetiva de respuesta múltiple (*test*) y dos o tres ejercicios teórico-prácticos, relativos todos ellos al conjunto de la asignatura; la duración será como mínimo de 1,5 horas y como máximo de 3 horas.

El examen final será presencial. Sin embargo, en el caso de que las autoridades académicas hubieran establecido la modalidad telemática para las pruebas finales de evaluación, se comunicaría con suficiente antelación la herramienta que habría de emplearse y el modo de realizar la conexión, todo lo cual sería asimismo detallado en la convocatoria del examen. La estructura de este sería en todo caso la señalada en el párrafo anterior; sin embargo, el tiempo indicado podría variar a fin de adaptarlo a las limitaciones derivadas de la herramienta utilizada.

Criterios de calificación: El examen se valorará con una calificación global de 0 a 10. Se supera si la calificación es igual o superior a 5,0.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "solo prueba final"

Será directamente la calificación obtenida en el examen final ordinario o extraordinario. En ningún caso se computarán resultados que se hubieran podido obtener en pruebas de evaluación anteriores (del mismo curso ni de cursos precedentes). Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación igual o mayor que 5,0.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo 0: Introducción	
Tema 1. Conceptos básicos de la Ingeniería de Carreteras	
1.1.Características básicas de los sistemas viarios. Las redes de carreteras y las administraciones viarias en España.	
1.2.Niveles de servicio y capacidad en carreteras y en autopistas.	
1.3.Fundamentos del diseño geométrico de las carreteras.	
1.4.La infraestructura viaria: obras de tierra, puentes, túneles y sistemas de desagüe y drenaje.	
1.5.La superestructura viaria (I): firmes y pavimentos.	
1.6.La superestructura viaria (II): dotaciones viarias.	
Capítulo I: Planificación de carreteras	
Tema 2. Planificación de carreteras. La planificación viaria en el contexto de la planificación territorial y de la política de transportes.	IL1
Tema 3. Políticas, planes y programas de carreteras.	IL2
Tema 4. Análisis de la oferta y de la demanda para la planificación viaria.	IL3
Tema 5. Procesos de decisión.	IL1, IL2, IL3
Capítulo II: Explotación avanzada de redes viarias	
Tema 6. Explotación avanzada de redes viarias .Organización de la explotación de una red viaria. Modelos para su gestión.	IL4
Tema 7. Gestión del tráfico en una red viaria interurbana.	IL4
Tema 8. Gestión del tráfico en una red viaria urbana.	IL4
Tema 9. Gestión de la seguridad de la circulación en una red viaria.	IL5
Tema 10. Diseño de campañas de vialidad invernal.	IL6
Tema 11. Aplicación de la tecnología ITS a la explotación viaria	IL4
Capítulo III: Organización y gestión de la conservación viaria	
Tema 12. Organización de la conservación. Bases para la gestión de la conservación.	IL7
Tema 13. Datos para la gestión de la conservación. Auscultaciones e inspecciones.	IL7
Tema 14. Indicadores de estado, umbrales y modelos de evolución. Sistemas de gestión.	IL7, IL8
Tema 15. Análisis de las necesidades de inversión en la conservación de una red viaria.	IL9

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos 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 estudiante. Se estimulará su intervención, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones. Esto seguiría siendo así aun en el caso de que la actividad docente hubiese pasado a ser no presencial o se hubiese permitido para una parte de los alumnos.

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el estudiante adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El estudiante trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los estudiantes trabajar sobre un problema que seguidamente se discutirá de manera abierta.

Clases de laboratorio:

No hay prácticas de laboratorio

Trabajos autónomos:

Los estudiantes trabajarán sobre la materia expuesta en las clases teóricas; además, resolverán los ejercicios que se propongan en clase

Trabajos en grupo:

Está prevista la realización de cinco casos prácticos a lo largo del semestre, cada uno de los cuales será analizado y resuelto en grupos, tanto en las horas de clase como fuera de ellas. Los grupos serán establecidos por los profesores al comienzo de la asignatura y permanecerán invariables.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al estudiante la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo. En todo momento, podrán ser presenciales o telemáticas, en este último caso utilizando la herramienta que se determine. Si la actividad docente hubiese pasado a ser no presencial o esta se permitiese a una parte de los alumnos, la comunicación se establecerá necesariamente de manera telemática.

En cualquier situación, el uso del correo electrónico de la UPM es obligado para establecer las citas con carácter previo, vayan estas a desarrollarse presencial o telemáticamente.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

De Solminihaç, H., *Gestión de infraestructura vial* (2ª edición), Universidad Católica de Chile, 2001, Santiago.
Kraemer, C. et al., *Ingeniería de Carreteras*, volúmenes I (2ª edición, 2009) y II (2004), McGraw-Hill, Madrid.
Mannering, F.L., Washburn, S.S., *Highway engineering and traffic analysis* (5ª edición), John Wiley and Sons, 2013, Singapore.
Robinson, R. et al., *Road Maintenance Management*, MacMillan Press, 1998, Houndmills (U.K.).
Transportation Research Board, *Highway Capacity Manual HCM 2010*, 3 volúmenes, 2010, Washington, D.C.

Bibliografía complementaria:

Del Val, M.A., *Las necesidades de conservación de los firmes de las carreteras españolas*, Asefma, 2010, Madrid.
Haas, R., Hudson, W.R., *Pavement Management Systems*, McGraw-Hill, 1978, New York.
Ministerio de Fomento, *Sistema de gestión de las actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad*, 1996, Madrid.
Ministerio de Obras Públicas y Transportes, *Plan Director de Infraestructuras 1993-2007*, 1993, Madrid.
Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, *Plan General de Carreteras 1984-1991, (Balance)*, 1994, Madrid.
Pardillo, J.M., *Procedimientos de estudio, diseño y gestión de medidas de seguridad vial en las infraestructuras*, Fundación Agustín de Betancourt, 2004, Madrid

Recursos Web:

Moodle de la asignatura

Herramientas corporativas de la UPM: Zoom, Microsoft Teams y cualquiera otra que pudiera ser impuesta o recomendada por las autoridades académicas.

Equipamiento específico:

Biblioteca del Laboratorio del Laboratorio de Caminos de la Escuela

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio Tema 1 4 h			7 h
2	Tema 1 3 h			Estudio Tema 1 6 h			9 h
3	Tema 2, Tema 3 3 h		Ej. Temas 3 y 4 2 h	Estudio Temas 2 y 3 3,5 h			8,5 h
4	Tema 3 2 h	Ej. Tema 3 1 h	Ej. Temas 3 y 4 2 h	Estudio Temas 5 y 6. 4 h			9 h
5	Tema 4 1 h	Ej. Tema 4 2 h	Ej. Temas 3 y 4 2 h	Estudio Tema 6. 3,5 h			8,5 h
6	Tema 5 1,5 h	Ej. Tema 5 1,5 h	Ej. Temas 3 y 4 2 h	Estudio Temas 7 y 8 3,5 h			8,5 h
7	Tema 6, Tema 7 3 h		Ej. Temas 7 y 8 2 h	Estudio Tema 9 3,5 h			8,5 h
8	Tema 7, Tema 8 2 h	Ej. Temas 7 y 8 1 h	Ej. Temas 7 y 8 2 h	Estudio Tema 10 4 h	Control intermedio 2 h		11 h
9	Tema 9, Tema 10 2 h	Ej. Temas 7 y 8 1 h	Ej. Temas 7 y 8 2 h	Estudio Tema 10 3,5 h			8,5 h
10	Tema 10, Tema 11 2 h	Ej. Tema 10 1 h	Ej. Temas 7 y 8 2 h	Estudio Temas 11 y 12 3,5 h			8,5 h
11	Tema 12, Tema 13 3 h		Ej. Temas 13 y 14 2 h	Estudio Tema 13 3,5 h			8,5 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 13 2 h	Ej. Tema 13 1 h	Ej. Temas 13 y 14 2 h	Estudio Tema 13 y 14 3,5 h			8,5 h
13	Tema 14 1 h	Ej. Tema 14 2 h	Ej. Temas 13 y 14 2 h	Estudio Tema 14 4 h			9 h
14	Tema 15 1 h	Ej. Tema 14 2 h	Ej. Temas 13 y 14 2 h	Estudio Tema 14 y 15 3,5 h			8,5 h
Horas	29,5 HORAS	12,5 HORAS	24 HORAS	53,5 HORAS	2 h		121,5 HORAS

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Sistemas Energéticos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000379	3	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Energy systems			
Materia	Sistemas energéticos			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Tercer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Guillermo Martínez de Lucas	Pte.	Todos	M y X (10-13)	Lab. Electro.	guillermo.martinez@upm.es
María José Suárez Navarro	Vocal.	Todos	X y J (11-14)	Lab. Termo.	mariajose.suarez@upm.es
Juan Ignacio Pérez Díaz	Secr	Todos	X y J (11-14)	Lab. Electro.	ji.perez@upm.es
Luis Pujol Terés		Todos	M y V (16-18)	Lab. Termo.	luis.pujol@upm.es
José Ignacio Sarasúa Moreno	Supl.	Todos	M y J (11-14)	Lab. Electro.	joseignacio.sarasua@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Física de sólidos y fluidos, Electrotecnia

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP9	Capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.
CE35	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Planifica las infraestructuras y la explotación de recursos energéticos, incorporando los condicionantes y efectos económicos y medioambientales.	CGP9
RA2	Comprende el principio de funcionamiento de un generador síncrono	CGP9, CE35
RA3	Comprende el principio de funcionamiento de una línea de transporte de energía eléctrica en corriente alterna	CGP9, CE35

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los diferentes tipos de recursos energéticos y el papel que desempeñan dentro de un sistema energético.	RA1
IL2	Sí	Conoce los diferentes ciclos para la conversión de energía térmica en mecánica	RA1
IL3	Sí	Conoce los diferentes elementos que componen una central térmica	RA1
IL4	Sí	Comprende los efectos medioambientales de las infraestructuras energéticas	RA1
IL5	Si	Conoce los aspectos medioambientales de la conversión energética.	RA1
IL6	Sí	Utiliza correctamente el diagrama P-Q de un generador síncrono para identificar distintos regímenes de operación y maniobras de regulación de tensión y frecuencia	RA2
IL7	Sí	Modela el funcionamiento de una línea de transporte de energía eléctrica en corriente alterna	RA3

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Primer Examen parcial

50%

Descripción: Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico, teórico - práctico y práctico, relativas a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha. La duración será de 2 - 2,5 horas.

Criterios de calificación: El examen se calificará de 0 a 10 puntos, indicando en el enunciado del mismo la puntuación máxima correspondiente a cada pregunta. Aquellos alumnos que obtengan una nota igual o superior a cuatro (4) puntos, liberarán esta parte del temario hasta la convocatoria extraordinaria del presente curso.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

PE2. Segundo examen parcial o prueba final

**50% o
100%**

Descripción: Constará de dos partes, cada una de ellas con una duración aproximada de entre 2 y 2,5 horas. La primera parte, la cual deberán realizar todos los alumnos, consiste en un examen compuesto por varias preguntas de carácter teórico, teórico - práctico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura impartidos con posterioridad al primer parcial y hasta la conclusión de ésta.

La segunda parte, que solo realizarán los alumnos que no hubieran alcanzado la calificación de 4 en la primera prueba parcial y aquellos otros que quieran mejorar su calificación de esa prueba será de características análogas al Primer Examen parcial (PE1). Por tanto, no están obligados a examinarse de esta parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 4 en el primer examen parcial.

Criterios de calificación: Cada una de las partes del examen se calificará de 0 a 10 puntos, indicando en el enunciado del mismo la puntuación máxima correspondiente a cada pregunta. Aquellos alumnos que obtengan una nota igual o superior a cuatro (4) puntos en alguna de las partes, liberarán dicha parte del temario hasta la convocatoria extraordinaria del presente curso.

Para los alumnos que realicen las dos partes, el peso del examen final será del 100% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 50%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte (la que deben realizar los alumnos que obtuvieron una calificación inferior a 4 en el examen parcial).

Calificación final de la asignatura mediante evaluación progresiva

La calificación final será la más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 4 en el examen parcial: PE1 (50%) y PE2 (50%), siempre que la calificación de PE2 no sea inferior a 4.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE2 (100%)

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante “solo prueba final” y en el que se considerarán las partes liberadas de la asignatura.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Será el mismo examen final completo que realizan los alumnos de evaluación progresiva, dividido por tan tanto en dos partes.

Criterios de calificación: Cada parte del examen se valora de 0 a 10, indicando en el enunciado del mismo la puntuación máxima correspondiente a cada pregunta. La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en ambas partes, siendo necesario que cada una de éstas sea al menos de cuatro (4) puntos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5, siendo necesario que la puntuación de ambas partes del examen sea al menos de cuatro (4) puntos.

Evaluación mediante métodos online

Si se produjese durante el transcurso de la asignatura una alerta sanitaria que imposibilitase el desarrollo de las pruebas de evaluación presencialmente éstas serían desarrolladas mediante las herramientas tecnológicas puestas a disposición por la Universidad Politécnica de Madrid.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Introducción a la ingeniería energética.	IL1-IL5
Tema 2. Recursos energéticos.	IL1
Tema 3. Ciclos de potencia para producción de energía.	
3.1. Ciclos de potencia con turbinas de vapor.	
3.2. Aplicaciones de los ciclos de vapor.	IL2
3.3. Ciclos de potencia con turbinas de gas.	
3.4. Aplicaciones de los ciclos de gas.	
Tema 4. Circuitos de una central térmica.	
4.1. Dispositivos de centrales térmicas.	IL3
4.2. Refrigeración de centrales térmicas.	
Tema 5. Tipos de centrales térmicas.	
5.1. Centrales nucleares.	
5.2. Centrales de ciclo combinado.	IL4
5.3. Centrales termosolares.	
Tema 6. El sistema eléctrico español.	IL1
Tema 7. Generador síncrono.	IL6
Tema 8. Transporte de energía eléctrica en corriente alterna.	IL7
8.1. Parámetros de las líneas.	
8.2. Modelos de líneas.	
8.3. Limitaciones en el transporte.	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos 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. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Martínez-Val Peñalosa, J.M. (editor). (2004). *La energía en sus claves*. Ed. Fundación Iberdrola.

Kugeler, K. y Phlippen, P.W. (1993). *Energietechnik*. Ed. Springer-Verlag.

Barrero, F. (2004), *Sistemas de Energía Eléctrica*, Ed. Thomson

Bibliografía complementaria:

IEA (2015). *World energy outlook*. International Energy Agency.

IEA (2017). *Global EV Outlook 2017*. International Energy Agency.

Wark, K. y Richards, D.E. (2001). *Termodinámica*. Ed. Mc Graw-Hill.

World Energy Council (2016) *World Energy Resources*. World Energy Council

Fraile Mora, J. (2015), *Máquinas Eléctricas*, Ed. Ibergarceta Publicaciones

Recursos Web:

Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 y Tema 2 2 h			Tema 1 y Tema 2 3 h			5 h
2	Tema 3 2 h			Tema 3 3 h			5 h
3	Tema 3 2 h			Tema 3 3 h			5 h
4		Tema 3 2 h		Tema 3 3 h			5 h
5	Tema 4 2 h			Tema 4 3 h			5 h
6		Tema 4 2 h		Tema 4 3 h			5 h
7	Tema 5 2 h			Tema 4 3 h			5 h
8				Preparación examen 3 h	Examen parcial 2 h 30 min		5 h 30 min
9	Tema 6 2 h			Estudio tema 6 3 h			5 h
10	Tema 7 2 h			Estudio tema 7 3 h			5 h
11	Tema 7 1 h	Tema 7 1 h		Estudio tema 7 3 h			5 h
12	Tema 7 1 h	Tema 7 1 h		Estudio tema 7 3 h			5 h
13	Tema 8 2 h			Estudio tema 8 3 h			5 h
14	Tema 8 1 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 8 3 h			5 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
15	Tema 8 1 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 8 3 h			5 h
Hasta el examen				Estudio y preparación del examen final 3h	Examen final 2 h 30 min		5 h 30 min
Horas	28 h	8 h		48	5 h		81 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Tipología Estructural

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000373	3	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Conceptual design of structures			
Materia	Tipología Estructural			
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras			
Web asignatura	www.he-upm.com y Moodle			
Periodo impartición	Tercer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Hugo Corres Peiretti	Pte.	Todos	L (17-20) J (17-20)	Lab. Estruct	hugoeduardo.corres@upm.es
Javier León González	Secr.	Todos	M (9-11) V (9-10)	Lab. Estruct	franciscojavier.leon@upm.es
Leonardo Todisco	Vocal	Todos	J (16-20) V (16-20)	Lab. Estruct	leonardo.todisco@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Resistencia de Materiales, Hormigón y Estructuras Metálicas, Cálculo de Estructuras

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Historia de la ingeniería

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacidad para el proyecto, ejecución e inspección de estructuras (puentes, edificaciones, etc.), de obras de cimentación y de obras subterráneas de uso civil (túneles, aparcamientos), y el diagnóstico sobre su integridad.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP11	Capacidad para el proyecto, ejecución e inspección de estructuras (puentes, edificaciones, etc.), de obras de cimentación y de obras subterráneas de uso civil (túneles, aparcamientos), y el diagnóstico sobre su integridad
CE22	Conocimiento y capacidad para el análisis estructural mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo avanzado de estructuras, a partir del conocimiento y comprensión de las solicitaciones y su aplicación a las tipologías estructurales de la ingeniería civil. Capacidad para realizar evaluaciones de integridad estructural.
CE23	Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil.

Código	Competencia
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CE38	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, diseño y modelización físico-matemática en ingeniería estructural-
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Asume los principios del diseño estructural. Despierta una sensibilidad por la labor creativa.	CGP1
		CGP6
		CE23
		CE37
		CE39
RA2	Desarrolla una síntesis del comportamiento estructural, con una prospectiva nueva, la del proyecto.	CT2
		GP11
		CE22
		CE23
		CE38
RA3	Aplica los métodos de análisis de estructuras para explorar nuevas formas estructurales mediante software de análisis paramétrica	CE39
		CE22

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce las distintas tipologías estructurales.	RA1, RA2.
IL2	Sí	Conoce los conceptos estructurales básicos.	RA1, RA2.
IL3	Sí	Conoce el comportamiento básico de los diferentes materiales.	RA1, RA2.
IL4	Sí	Conoce el comportamiento básico de los diferentes elementos estructurales.	RA1, RA2.
IL5	Sí	Plantea las distintas alternativas posible en el proyecto y la construcción de una estructura convencional.	RA1, RA2.
IL6	No	Conoce la forma de abordar el estudio de una estructura.	RA1, RA2
IL7	No	Desarrolla diseño estructuras mediante software de análisis paramétricos.	RA1, RA2, RA3

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación progresiva”

PE1. Entregables 20%

Descripción: Consiste en la realización de tres documentos PE1_1: Definición del problema; PE1_2: Estudio de alternativas tipológicas; PE1_3: Elección de la solución a ser desarrollados en un grupo de no más de tres alumnos.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Los ejercicios, cuya fecha de entrega se indicará en el calendario del curso, se realizarán en casa y se entregan telemáticamente por la plataforma Moodle.

PE2. Trabajo final 100%

Descripción: Al finalizar el curso, siempre que los alumnos hayan tenido una nota promedio de al menos 5 puntos en los entregables tipo PE1, los alumnos tendrán que realizar un trabajo que expondrán en un poster de tamaño UNE A-1 y que presentarán oralmente a los profesores en un tiempo máximo de 5 minutos, al cabo de los cuales los docentes harán los comentarios que crean pertinentes y pondrán la calificación oportuna. En caso de que la presentación no se pudiera realizar presencialmente, se hará por video conferencia siguiendo las mismas modalidades.

Criterios de calificación: Cada trabajo se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Se anunciarán oportunamente tanto el lugar como la fecha.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Para los alumnos que hayan obtenido al menos 5 puntos en promedio en los entregables tipo PE1, la calificación será el 20% del promedio de los PE1 más el 100% del trabajo PE2 (las notas PE1 son, pues, una ayuda).

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria a la “Prueba final” PE3.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

PE3. Prueba final

Descripción: Consistirá en la realización de un trabajo de las mismas características y formato del PE2.

Criterios de calificación: La nota se valora de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5, sin que cuenten como ayuda los puntos de las pruebas PE1.

Evaluación mediante métodos online

Si se produjese durante el transcurso de la asignatura una alerta sanitaria que imposibilitase el desarrollo de las pruebas de evaluación presencialmente éstas serían desarrolladas mediante las herramientas tecnológicas puestas a disposición por la Universidad Politécnica de Madrid.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Introducción	
1.1.Diseño conceptual. Forma de crear una idea	IL1
Tema 2. Conceptos estructurales básicos	
2.1.El equilibrio.	
2.2.El fenómeno tenso resistente.	
2.3.La inestabilidad.	IL2
2.4.La funicularidad.	
2.5.Los mecanismos resistentes a torsión	
Tema 3. Materiales	
3.1.Fábrica.	
3.2.Madera.	
3.3.Acero.	IL3
3.4.Hormigón.	
3.5.Cables, materiales compuestos y telas.	
Tema 4. Elementos estructurales	
4.1.Elementos lineales: elementos traccionados, elementos comprimidos, elementos trabajando a flexión.	IL4, IL7
4.2.Elementos superficiales: losas, bóvedas y formas libres	
Tema 5. Las funciones estructurales	
5.1.Influencia de los procedimientos constructivos	IL5

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos 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. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones. La clase combina la proyección en pantalla de diapositivas con el desarrollo en la pizarra. En caso de que la clase no se pudiera realizar presencialmente, se hará por video conferencia.

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta comprensión de la asignatura.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los trabajos propuestos.

Trabajo en grupo:

Los alumnos, en no más de 3, desarrollarán un trabajo a lo largo de todo el curso.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Torroja, E. (1991) "Razón y ser de los tipos estructurales." Consejo Superior de Investigaciones Científicas.I.E.T.c.c., Madrid.

Muttoni, A.; (2011) "The Art of Structures". EPFL Press, Lausanne.

Bibliografía complementaria:

Allen E. , Zalewski W.,(2009) "Form and Forces: Designing Efficient, Expressive Structures".

Menn, C., (1990) "Prestressed Concrete Bridges" Editor Paul Gauvreau. Birkhäuser Verlag

Kurrer, K.-E. (2012) The History of the Theory of Structures: From Arch Analysis to Computational Mechanics. John Wiley & Sons.

Nervi, P.L. (1955)"Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate". Hoepli

Billington D. (1985) "The Tower and the Bridge: The New Art of Structural Engineering". Princeton University Press

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE). www.he-upm.com

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 3 h			5 h
2	Tema 2 2 h			Estudio tema 1 y 2 3 h			5 h
3	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 3 h			5 h
4	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 3 h			5 h
5	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 3 h			5 h
6	Tema 3 2 h			Preparación Evaluación parcial PE1_1 3 h	Evaluación parcial PE1_1 1 h		5 h
7	Tema 3 2 h			Estudio tema 3 3 h			5 h
8	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h
9	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h
10	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h
11	Tema 4 2 h			Preparación Evaluación parcial PE1_2 3 h	Evaluación parcial PE1_2 1 h		5 h
12	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
13	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h
14	Tema 4 2 h			Preparación Evaluación parcial P1_3 3 h	Evaluación parcial PE1_3 1 h		7 h
15	Tema 5 2 h			Estudio tema 5 3 h			5 h
Hasta el examen				Estudio personal, de grupo y preparación del trabajo final 4 h	Examen final PE2 1 h		6 h
Horas	30 h	0 h		49 h	4 h		83 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Cuarto Semestre

Comunes

Trabajo Fin de Máster

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000381	12	Tr. Fin de Máster	Común	Español
Nombre en inglés	Diploma Project			
Materia	Trabajo Fin de Máster			
Departamento	Junta de Escuela			
Web asignatura	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Período impartición	Cuarto semestre.			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Alejandro Enfedaque Díaz	Pte.	Todos	L (10:30-14:30); M (9:30-13:30)	L ^o Materiales	alejandro.enfedaque@upm.es
Marcos García Alberti	Vocal	Todos	M (16:00 - 17:30)	Proyectos 2 ^a planta	marcos.garcia@upm.es
Tomás Ripa Alonso	Secr	Todos	M (12:30 a 14:30) J (10:30 a 12:30)	Proyectos 2 ^a planta	tomasluis.ripa@upm.es
Miguel Núñez Fernández		Todos	L (16:00-19:00); V (16:00-19:00)	Proyectos 2 ^a planta	miguel.nunez@madrid.org
María Belén Muñoz	.	Todos	J y V (9-12)	1 ^a Planta	mariabelen.munoz@upm.es

Otros profesores, aunque impartan otras asignaturas del Plan de Estudios, también pueden ser tutores de proyectos fin de grado. Sus horas y lugares de tutorías y sus correos electrónicos figuran en esta Guía en el lugar correspondiente a la asignatura que imparten.

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Para matricularse en el Trabajo Fin de Máster se debe haber cursado todas las asignaturas de los semestres anteriores y se recomienda estar en disposición de terminar la carrera.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente. Desarrolla la competencia transversal 4ª del Real Decreto.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso. Desarrolla la competencia transversal 3ª de la normativa UPM.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CE31	Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de naturaleza profesional en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas
CT3	Capacidad de comunicación técnica oral y escrita en lengua inglesa.
CT6	Compromiso y capacidad de aplicación de los estándares de deontología profesional

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Realiza individualmente un proyecto profesional original del ámbito de las tecnologías específicas de la ingeniería civil.	CGP2, CGP3, CGP4, CGP5, CGP6, CGP12, CGP15, CGP17, CT2, CE34
RA2	Sintetiza e integra las competencias adquiridas de tecnología específica en un proyecto de ingeniería civil.	CGP18, CE33
RA3	Presenta y defiende un proyecto de ingeniería civil ante un tribunal universitario.	CE31, CT3, CT7, CT1
RA4	Aplica metodologías contrastadas para la elaboración rigurosa y exhaustiva de proyectos de calidad en ingeniería civil, incluidas las de selección de alternativas.	CGP2, CGP3, CGP4, CGP5, CGP6, CGP12, CGP15, CGP17, CT2, CE34
RA5	Aplica los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en un proyecto de ingeniería civil.	CGP2, CGP3, CGP4, CGP5, CGP6, CGP12, CGP15, CGP17, CT2, CE34
RA6	Incorpora los principios de accesibilidad universal y diseño para todos al proyecto y a la obra de ingeniería civil.	CGP2
RA7	Interioriza los principios de deontología profesional de ingeniería civil.	CT6

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Elabora correctamente un proyecto, completo y original, de la competencia de los ingenieros con la mención específica, teniendo en cuenta las condiciones técnicas, administrativas y de la propiedad.	RA1
IL2	No	Participa activamente en talleres generales y de la tecnología específica, aplicando los conocimientos adquiridos e interaccionando con compañeros de otras tecnologías y de la propia en diferentes sesiones y con diferentes roles.	RA2
IL3	No	Obtiene y maneja adecuadamente la información necesaria para la redacción de proyectos.	RA4
IL4	No	Domina los principios de la accesibilidad universal e interpreta las leyes y los códigos técnicos sobre el diseño para todos	RA6
IL5	No	Propone correctamente alternativas habituales para las construcciones propias de su tecnología específica.	RA4
IL7	No	Selecciona y justifica las prestaciones y exigencias que debe de cumplir una construcción de su tecnología específica.	RA5
IL8	No	Aplica las reglas profesionales con la deontología necesaria	RA7

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL9	Sí	Resume y expone públicamente un trabajo personal en un tiempo limitado, respondiendo a las preguntas que se le formulen con la soltura, seguridad y claridad.	RA3
IL10	No	Organiza y planifica los trabajos de elaboración de un proyecto, ajustando los recursos y el esfuerzo de cada actividad.	RA2

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán

Peso

7.1. Mediante “evaluación continua”

Nota previa: Asignación de tutor y de tipo de proyecto.

El alumno que quiera seguir el modelo de “evaluación continua” deberá: (1) estar matriculado al inicio de las clases de este semestre, y (2) seguir el procedimiento estipulado por Jefatura de Estudios para esta modalidad

Para la asignación de tutor y tipo de proyecto, los alumnos se ordenarán por la calificación media de su expediente académico del primer curso de la titulación. Se hará público lo antes posible el tutor y tipo de proyecto asignado a cada alumno.

PE1. Examen de aprovechamiento de los “Seminarios de apoyo”.

20%

Descripción. Consiste en un examen escrito en que el alumno deberá responder a varias preguntas y ejercicios teóricos y prácticos relativas al contenido de los seminarios, que se indica en el temario.

Criterios de calificación. El examen se calificará de 0 a 10, resultado de aplicar a la calificación de cada respuesta los pesos que se indiquen. Para aprobar el proyecto mediante evaluación continua es condición necesaria que la puntuación de PE1 sea igual o superior a 5, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

PE2. Calificación del proyecto por el tutor

50%

Descripción. El tutor valorará el trabajo realizado por el alumno basándose exclusivamente en la documentación entregada por éste. Cada alumno realizará las entregas que el tutor haya solicitado una vez acordado su proyecto concreto.

Criterios de calificación. El tutor calificará cada una de las entregas presentadas por el alumno entre 0 y 10. La calificación final será la media ponderada de las calificaciones de cada entrega con los pesos que el tutor haya establecido. Para aprobar el proyecto mediante evaluación continua es condición necesaria que la puntuación de PE2 sea igual o superior a 5, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria.

Momento y lugar. Los plazos de las entregas son los fijados por la Jefatura de Estudios. Los documentos deben entregarse directamente al tutor y a la Jefatura de Estudios a través de la plataforma destinada a tal efecto en la web de la Escuela dentro del plazo indicado.

PE3. Presentación pública del proyecto**30%**

Descripción. Esta prueba requiere haber obtenido una calificación igual o superior a 5 en la PE2. El alumno deberá exponer públicamente el proyecto ante un tribunal formado por tres profesores. El tiempo asignado a la presentación será de 15 minutos, pudiendo el tribunal preguntar al alumno lo que considere conveniente durante los siguientes 15 minutos. El tribunal tendrá a su disposición el documento completo del proyecto y la ficha del tutor.

Criterios de calificación. Cada uno de los miembros del tribunal debe calificar al alumno entre 0 y 10. La calificación de la prueba será la media aritmética de las calificaciones individuales.

Para aprobar el proyecto mediante evaluación continua es condición necesaria que la calificación de la PE3 sea igual o superior a 5, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria.

Momento y lugar. Todas las presentaciones de los trabajos se realizarán en los días que determine la Jefatura de Estudios. Dentro de esos días, el momento concreto y el lugar de presentación de cada proyecto lo indicará Jefatura de Estudios en la semana previa a la presentación de los trabajos.

Calificación final mediante “evaluación continua”

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación por su correspondiente peso. Para superar el proyecto se debe obtener una calificación igual o superior a 5 en PE1, PE2 y en PE3 tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria. Los alumnos de “evaluación continua” que no hubiesen superado el proyecto en la convocatoria ordinaria podrán continuar con esta modalidad de evaluación en la convocatoria extraordinaria o cambiar a la modalidad de “sólo prueba final”.

7.2. Mediante “evaluación final”

Nota previa. Esta modalidad es obligatoria para los alumnos que no tienen tutor asignado, ya sea porque no estaban matriculados al inicio del semestre, porque no solicitaron “evaluación continua” en la fecha y forma adecuada, o porque renunciaron a su tutor en algún momento del curso. Esta renuncia, que no tiene que ser motivada, debe ser realizada en cualquier momento por escrito ante el Jefe de Estudios, indicando a la vez su voluntad de ser evaluado mediante “sólo prueba final”. Los alumnos que no estén en programas de movilidad y sean calificados por evaluación final tendrán que desarrollar un Proyecto de Construcción. Los alumnos que estén en programas de movilidad desarrollarán su TFM según las normas específicas de los convenios que establecen sus programas de movilidad o según lo indicado en los contratos de estudios.

PE1. Examen de aprovechamiento de los “Seminarios de apoyo”.**20%**

Descripción. Consiste en un examen escrito en que el alumno deberá responder a varias preguntas y ejercicios teóricos y prácticos relativas al contenido de los seminarios, que se indica en el temario.

Criterios de calificación. El examen se calificará de 0 a 10, resultado de aplicar a la calificación de cada respuesta los pesos que se indiquen. Para aprobar el proyecto mediante evaluación continua es condición necesaria que la puntuación de PE1 sea igual o superior a 5, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

PE2. Calificación del proyecto por el tribunal**80%**

Descripción. Consiste en la redacción y entrega de un proyecto, así como la presentación pública del mismo ante un tribunal formado por tres profesores. La presentación pública se realizará en un tiempo máximo de 30 minutos, pudiendo el tribunal preguntar al alumno lo que considere conveniente durante los siguientes 30 minutos.

Criterios de calificación. El mismo tribunal que se designe para la presentación será el encargado de evaluar la documentación entregada por el alumno. Cada miembro del tribunal valorará individualmente en el impreso correspondiente entre 0 y 10 la documentación presentada por el alumno y entre 0 y 10 la presentación realizada. La calificación final será la media aritmética de las calificaciones otorgadas por los miembros del tribunal.

Momento y lugar. El proyecto deberá entregarse a través de la aplicación de la página web de la Escuela y la instancia de solicitud de presentación del Trabajo se entregará mediante correo electrónico a la dirección del Jefe de Estudios, antes de la fecha límite que se indique. Todas las presentaciones y el examen de aprovechamiento de los Seminarios de Apoyo se realizarán en los días que determine la Jefatura de Estudios. Dentro de esos días se publicará, el momento concreto y el lugar de presentación de cada proyecto con cinco días de antelación. Entre la fecha de entrega de la documentación y la de presentación pública mediará al menos una semana, durante la cual el tribunal examinará y valorará el documento entregado.

Calificación final mediante “sólo prueba final”

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación por su correspondiente peso. Para superar el proyecto se debe obtener una calificación igual o superior a 5 en PE1 e igual o superior a 5 en PE2.

Evaluación mediante métodos online

Si se produjese durante el transcurso de la asignatura una alerta sanitaria que imposibilitase el desarrollo de las pruebas de evaluación presencialmente éstas serían desarrolladas mediante las herramientas tecnológicas puestas a disposición por la Universidad Politécnica de Madrid.

8. Contenidos específicos (Seminarios)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Revisión de los documentos requeridos por la Ley de Contratos del Sector Público.	
Doc 1. Memoria y sus anexos	
Doc. 2. Planos	
Doc. 3. Pliego de prescripciones técnicas particulares	
Doc. 4 Presupuestos, incluyendo precios unitarios y descompuestos, y mediciones.	
Estudios complementarios preceptivos:	IL1 a
- Plan de obra.	IL10
- Replanteo de la obra.	
- Estudio de seguridad y salud.	
Estudios preceptivos específicos (según los casos):	
- Estudio de impacto ambiental, gestión de residuos sólidos, explotación de la obra, accesibilidad universal, etc	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores

Indicador
de Logro
asociado

Tema 2. Programa de necesidades del proyecto:

Las necesidades derivadas de la legalidad. Las necesidades funcionales de un proyecto. Las necesidades derivadas del proceso constructivo. Las necesidades derivadas del entorno del proyecto

IL1 a
IL10

Tema 3. Complejidad de los proyectos:

Atribuciones profesionales. Legalidad y jurisprudencia. Soluciones implícitas y explícitas. Soluciones innovadoras. Uso de tecnología en un proyecto. Complejidad en el entorno. Complejidad en las soluciones. Complejidad en la organización. Complejidad derivada del costo o plazo

IL1 a
IL10

Tema 4. Los riesgos en el proyecto:

Riesgos del entorno y de la naturaleza. Riesgos inherentes al proyecto. Riesgos laborales. Riesgos medioambientales

IL1 a
IL10

Tema 5. El entorno del proyectista:

La competencia y las atribuciones profesionales. Agentes y funciones. El Colegio y las asociaciones. El mercado de la consultoría y su organización. La propiedad y la responsabilidad del proyecto.

IL1 a
IL10

Tema 6. Contratación internacional:

El mercado internacional de ingeniería y proyectos. La internacionalización de las empresas de ingeniería. La función comercial internacional. Las licitaciones internacionales. Los contratos internacionales. Los contratos Fidic

IL1 a
IL10

Tema 7. Resolución de conflictos:

Los conflictos, su naturaleza y su origen. Afrontar los conflictos: técnicas de negociación, técnicas de prevención del conflicto, técnicas de facilitación de prueba, técnicas de resolución de conflictos. Arbitraje. La vía judicial.

IL1 a
IL10

Tema 8. Introducción a la certificación CAPM y PMP:

Estándares en la gestión de proyectos. Fundamentos de la gestión de proyectos. El perfil profesional del director de proyectos.

IL1 a
IL10

Tema 9. Las gestión de los proyectos de ingeniería:

La empresa de ingeniería. El presupuesto. La cuenta de pérdidas y ganancias. Los recursos. Los costes. La contabilidad "por proyecto". Función técnico económica del ingeniero en la elaboración de proyectos.

IL1 a
IL10

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Seminarios de apoyo:

El profesor expondrá los conceptos necesarios para la comprensión de los contenidos del proyecto, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad proyectual del alumno, cuya intervención se estimulará invitándole a discutir sobre las explicaciones.

El profesor propondrá un número de prácticas que desarrollará el alumno de forma individual y entregará para su evaluación y comentarios.

Prácticas de laboratorio:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo individual y autónomo de redacción de proyecto:

El alumno desarrollará de forma individual su proyecto fin de grado de acuerdo con las normas y contenidos establecidos en esta guía.

Tutorías:

En las horas y lugares anunciados, los profesores tutores de cada proyecto asistirán a los alumnos para facilitar la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

Adaptación a la docencia online

Si se produjese durante el transcurso de la asignatura una alerta sanitaria que imposibilitase el desarrollo de los seminarios o tutorías presencialmente éstas serían desarrolladas mediante las herramientas tecnológicas puestas a disposición por la Universidad Politécnica de Madrid.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Ignacio Morilla Abad, *Guía metodológica y práctica para la realización de Proyectos*. Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.

Ernest Burden, *Técnica de presentación de Proyectos*. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana.

G. Baca Urbina, *Evaluación de Proyectos. Análisis y administración del riesgo*. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana.

Código de buenas prácticas arbitrales. Club Español del Arbitraje.

Código de buenas prácticas en mediación. Club español del arbitraje.

International construction arbitration law. Jane Jenkins y Simon Stebbings. Kluwer Law.

AAA Handbook on Construction Arbitration and ADR. American Arbitration Association.

Project management for engineering and construction. Garold D. Oberlender. Mc Graw Hill Education.

Guía del PMBOK® (PMI) y Norma ISO 21.500 de Project Management.

Bibliografía complementaria:

IPMA, *Guía NCB de IPMA para las bases de la competencia en la Ingeniería de Proyectos*.2008.

CICCP. CUADERNOS PROFESIONALES. Aspectos a considerar en la redacción de estudios y proyectos de obras civiles.

Manual de Gestión de las obras de contratación pública. RUBIO GONZALEZ, Alfredo. 2002.

UNE 157001:2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.

Curso de Gestión de Proyectos. Manual del Alumno. Cano, J.L., Rebollar, R.; SAENZ, M.J. 2003.

Dirección Integrada de Proyecto. Tomos I y II. Rafael de Heredia. 1998.

RD 314/2006. Código Técnico de la Edificación.

Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público

Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

Ministerio de Fomento, *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes*.

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual de la UPM (MOODLE).

Equipamiento específico:

Instalaciones, equipo y material del Aula Dragados.

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Seminarios de apoyo	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (lab. de informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1 y 2 2 h 10 min			Elección y documentación del proyecto 5 h 20 min		Solicitud de tutor	7 h 30 min
2	Temas 3, 4 y 5 2 h 10 min			Documentación y realización del proyecto 13 h 30 min		Asignación del proyecto	15 h 40 min
3	Tema 6 2 h 10 min			Documentación y realización del proyecto 16 h 35 min			18 h 45 min
4	Tema 6 2 h 10 min			Documentación y realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min
5	Tema 7 2 h 10 min			Realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min
6	Temas 8 2 h 10 min			Realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min
7	Tema 9 2 h 10 min			Documentación y realización del proyecto 20 h 20 min	1ª Entrega		22 h 30 min
8				Documentación y realización del proyecto 16 h 30 min			18 h 40 min
9				Documentación y realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min

Semana (ver Nota 1)	Seminarios de apoyo	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (lab. de informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10				Documentación y realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min
11				Realización del proyecto 15 h			17 h 10 min
12				Realización del proyecto 20 h			22 h 10 min
13				Documentación y realización del proyecto 15 h			16 h 05 min
14				Realización del proyecto y estudio de seminarios 15 h			15 h 00 min
15				Preparación del examen y redacción del proyecto 20 h	Examen de seminarios 2 h 30 min		22 h 30 min
16				Realización del proyecto 15 h			15 h
17				Preparación de la 2ª entrega del proyecto 32 h	2ª Entrega		20 h
Hasta la presentación				Preparación de la presentación 25 h	Presentación 30 min		25 h 30 min
Horas	15 h 10 min			305 h 50 min	3 h		324 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro dónde se presenta el calendario académico.