UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

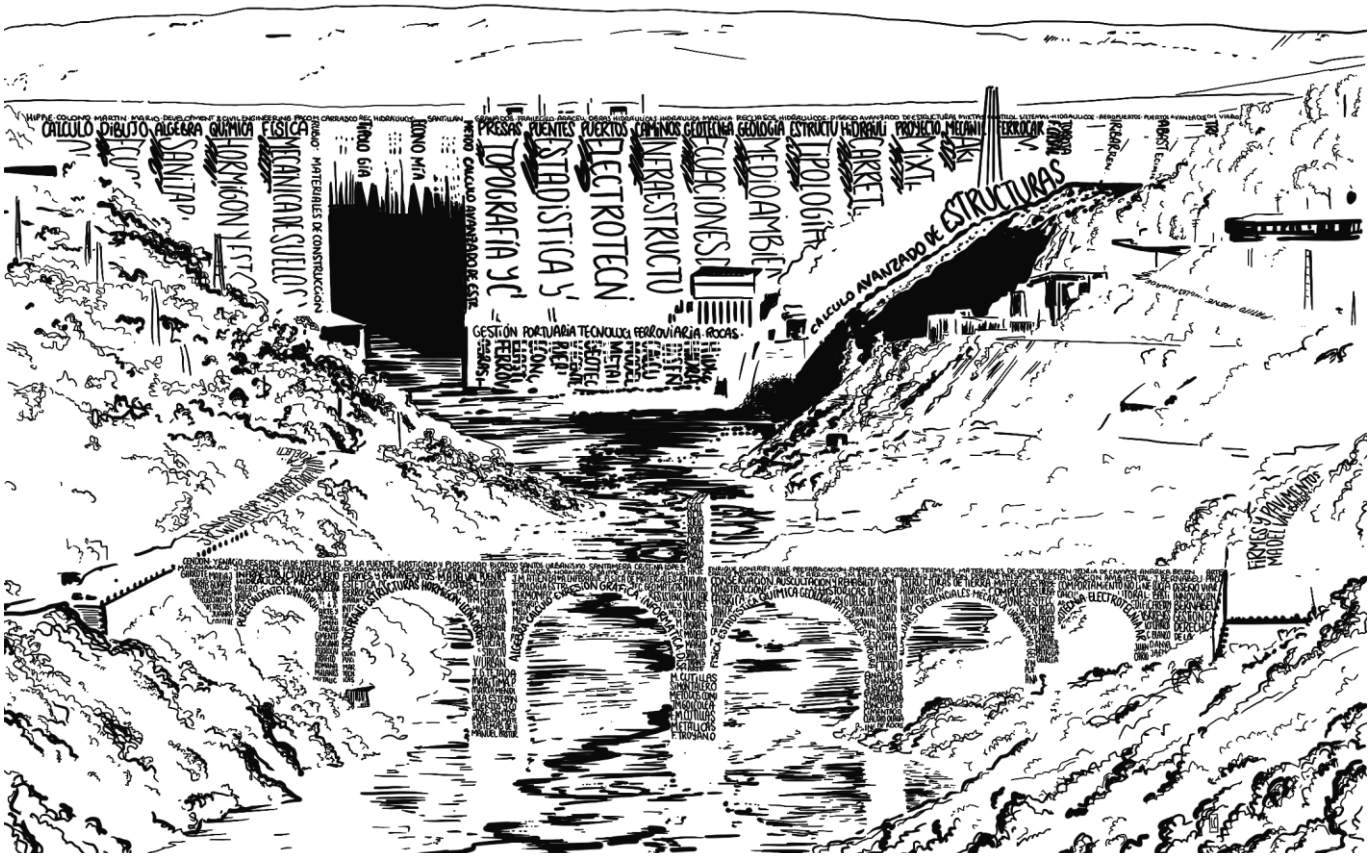
CURSO ACADÉMICO

GUÍA DE APRENDIZAJE 2023-24

DE LAS ASIGNATURAS DEL PLAN DE ESTUDIOS CONDUCENTE A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO OFICIAL DE

GRADUADO EN INGENIERÍA CIVIL Y TERRITORIAL

Tomo I: SEMESTRES PRIMERO A SEXTO



Lara Rueda

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Calle Profesor Aranguren, nº3
28040 Madrid

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 graduado en

Ingeniería Civil y Territorial

El presente documento contiene la programación docente del curso 2023-24 correspondiente a las asignaturas del primer al octavo semestres del plan de estudios del título de Graduado en Ingeniería Civil y Territorial. Este título, que se inició en el curso 2010-11, se ha ido implantando de forma progresiva en los cursos siguientes, quedando completamente implantado en el curso 2013-14.

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 recogen las asignaturas de los seis primeros semestres de la titulación, mientras que en el segundo aparecen las asignaturas de los dos últimos semestres, que se organizan en tres especialidades.

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 graduado en

Ingeniería Civil y Territorial

Índice

Tomo I

Índice ..... 4.

Plan de estudios 6

Calendario académico 15

Exámenes 23

Horario de clases 25

Primer Semestre 35

Álgebra Lineal y Geometría analítica 35
Empresa 42
Cálculo I 50
Expresión Gráfica 57
Informática 66

Segundo Semestre 74

Cálculo II 74
Diseño Gráfico 83
Estadística y Optimización 94
Física 102
Química de Materiales 112

Tercer Semestre 119

Física de Sólidos y Fluidos 119
Geología 128
Inglés 140
Materiales de Construcción I 148
Teoría de Campos 161
Topografía y Cartografía 168

Cuarto Semestre 177

Ecuaciones Diferenciales 177
Electrotecnia 186
Geología Aplicada a las Obras Públicas 197
Materiales de Construcción II 207
Mecánica 219
Resistencia de Materiales 226
Quinto Semestre 235
Cálculo de Estructuras 235
Hidráulica e Hidrología 242
Mecánica Computacional 251
Mecánica de Suelos y Rocas 260
Procedimientos Generales de Construcción 268
Urbanismo 277
Sexto Semestre 287
Geotecnia 287
Hormigón y Estructuras metálicas 296
Infraestructuras Hidráulicas 308
Ingeniería Civil y Medio Ambiente 319
Ingeniería Sanitaria 328
Obras Marítimas 340

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 graduado en

Ingeniería Civil y Territorial

Plan de estudios

La Memoria del plan de estudios del título oficial de Graduado en Ingeniería Civil y Territorial por la Universidad Politécnica de Madrid fue aprobada por el Consejo de Universidades en julio de 2010. El plan, que cumple los requisitos de la Orden Ministerial CIN/307/2009 (BOE del 18 de febrero), habilita para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero Técnico de Obras Públicas (ITOP).

El aprendizaje está organizado en ocho semestres, cada uno de 30 créditos europeos. El plan cuenta con tres menciones diferentes (itinerarios), entre las cuales el alumno debe elegir una al comenzar el sexto semestre. En función de la mención elegida, el título habilita para el ejercicio de la profesión de:

ITOP en la especialidad de Construcciones Civiles

ITOP en la especialidad de Hidrología

ITOP en la especialidad de Transportes y Servicios Urbanos

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.

Organización de las materias del plan de estudios

Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas *(ver Nota 1)*	Créd.	Semestre
1. Materias comunes					
Empresa	Básica (Ing. y Arq.)	6	Empresa	6	1º
Expresión gráfica	Básica (Ing. y Arq.)	6	Expresión gráfica	6	1º
Informática	Básica (Ing. y Arq.)	6	Informática	6	1º
Matemáticas	Básica (Ing. y Arq.)	24	Álgebra lineal y geometría analítica	6	1º
			Cálculo I	6	1º
			Cálculo II	6	2º
			Estadística y optimización	6	2º
Física	Básica (Ing. y Arq.)	9	Física	9	2º
Química de medios materiales	Común ing. civil	4,5	Química de materiales	4,5	2º
Diseño gráfico	Científico técnica	4,5	Diseño gráfico	4,5	2º
Topografía	Común ing. civil	4,5	Topografía y cartografía	4,5	3º
Física de sólidos y fluidos	Científico técnica	6	Física de sólidos y fluidos	6	3º
Inglés	Científico técnica	6	Inglés	6	3º
Geología	Básica (rama de Ciencias)	9	Geología	4,5	3º
			Geología aplicada a las obras públicas	4,5	4º
Materiales de construcción	Común ing. civil	9	Materiales de constr. I	4,5	3º
			Materiales de constr. II	4,5	4º
Modelos matemáticos para ingeniería civil	Científico técnica	9	Teoría de campos	4,5	3º
			Ecuaciones diferenciales	4,5	4º
Electrotecnia	Común ing. civil	6	Electrotecnia	6	4º
Resistencia de materiales	Común ing. civil	6	Resistencia de materiales	6	4º
Mecánica y mecánica computacional	Científico técnica	7,5	Mecánica	4,5	4º
			Mecánica computacional	3	5º
Hidráulica e hidrología	Común ing. civil	6	Hidráulica e hidrología	6	5º
Procedim. generales de construcción	Común ing. civil	7,5	Procedimientos generales de construcción	7,5	5º
Cálculo de estructuras	Científico técnica	4,5	Cálculo de estructuras	4,5	5º
Mecánica de suelos y rocas	Científico técnica	4,5	Mecánica de suelos y rocas	4,5	5º
Urbanismo	*(ver Nota 2)*	4,5	Urbanismo	4,5	5º
Geotecnia	Común ing. civil	4,5	Geotecnia	4,5	6º
Hormigón y estructuras metálicas	Común ing. civil	9	Hormigón y estructuras metálicas	9	6º
Ingeniería civil y medio ambiente	Común ing. civil	3	Ingeniería civil y medio ambiente	3	6º
Obras marítimas	*(ver Nota 3)*	4,5	Obras marítimas	4,5	6º

Organización de las materias del plan de estudios

Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas *(ver Nota 1)*	Créd.	Semestre
Infraestructuras hidráulicas	*(ver Nota 4)*	4,5	Infraestructuras hidráulicas	4,5	6º
Historia, arte, y estética de la ingeniería civil	Científico técnica	4,5	Historia, arte, y estética de la ing. civil (*ver Nota 7*)	4,5	8º
Trabajo fin de grado	Trabajo Fin Grado	12	Proyecto fin de grado	12	8º
TOTAL créditos		**192**		**192**	

2. Materias de la mención de construcciones civiles (CC)					
Ingeniería sanitaria *(ver Nota 5)*	Tecnológica específica	4,5	Ingeniería sanitaria para la especialidad de CC	4,5	6º
Caminos *(ver Nota 6)*	Tecnológica específica	4,5	Caminos para la especialidad CC	4,5	7º
Transportes *(ver Nota 6)*	Tecnológica complementaria	4,5	Transportes	4,5	7º
Submódulo mención construcciones civiles	Tecnológica específica	34,5	Edificación y prefabricación	7,5	7º
			Construcción de estructuras de hormigón y acero	6	7º
			Túneles y excavaciones subterráneas	3	7º
			Organización de obras	3	8º
			Ferrocarriles para la especialidad CC	4,5	8º
			Ingeniería estructural	3	8º
			Procedimientos de cimentación	3	8º
			Asignaturas optativas (elegir sólo 1)		
			Firmes y pavimentos para la especialidad CC	4,5	7º
			Sistemas de inf. geográfica para la especialidad CC	4,5	7º
TOTAL créditos de la mención CC		**48**		**48**	

Organización de las materias del plan de estudios

Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas *(ver Nota 1)*	Créd.	Semestre
3. Materias de la mención de hidrología (H)					
Ingeniería sanitaria *(ver Nota 5)*	Tecnológica específica	4,5	Ingeniería sanitaria para la especialidad de Hidrología	4,5	6º
Caminos *(ver Nota 5)*	Tecnológica complementaria	4,5	Caminos para la especialidad de TSU	4,5	7º
Submódulo mención hidrología	Tecnológica específica	39	Tecnología eléctrica	3	7º
			Servicios, protección del medio urbano y gestión de residuos para la espec. H	3	7º
			Hidrogeología	3	7º
			Hidrología y recursos hidráulicos	4,5	7º
			Química del agua	3	7º
			Ingeniería del agua en núcleos urbanos	3	7º
			Ingeniería del litoral	3	7º
			Paisaje y restauración ambiental para la especialidad H	3	7º
			Ingeniería civil de centrales	3	8º
			Sistemas de inf. geográfica para la especialidad H	3	8º
			Diseño de infr. hidráulicas asistido por ordenador	3	8º
			Tecnología energética	4,5	8º
TOTAL créditos de la mención H		**48**		**48**	

Organización de las materias del plan de estudios

Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas *(ver Nota 1)*	Créd.	Semestre
4. Materias de la mención de transportes y servicios urbanos (TSU)					
Ingeniería sanitaria *(ver Nota 5)*	Tecnológica complementaria	4,5	Ingeniería sanitaria para la especialidad de Hidrología	4,5	6º
Caminos *(ver Nota 5))*	Tecnológica específica	4,5	Caminos para la especialidad de TSU	4,5	7º
Transportes *(ver Nota 6)*	Tecnológica específica	4,5	Transportes	4,5	7º
Submódulo mención transportes y servicios urbanos	Tecnológica específica	34,5	Explotación portuaria	3	7º
			Servicios, protección del medio urbano y gestión de residuos para la espec.TSU	3	7º
			Ingeniería portuaria	3	7º
			Proyecto urbano	3	7º
			Sistemas territoriales	3	7º
			Paisaje y restauración ambiental para la especialidad de TSU	3	7º
			Transportes urbanos	3	7º
			Sistemas de inf. geográfica para la especialidad TSU	3	8º
			Tráfico y seguridad viaria	3	8º
			Ferrocarriles para la especialidad de TSU	4,5	8º
			Firmes y pavimentos para la especialidad de TSU	3	8º
TOTAL créditos de la mención TSU		**48**		**48**	

TOTAL CRÉDITOS DEL PLAN ESTUDIOS	**240**	**240**

Notas

1. Los nombres y créditos a partir del 7º semestre podrían sufrir cambios.

2. El tipo de esta asignatura depende de la mención elegida por el alumno:
Formación tecnológica específica para la mención de TSU
Formación tecnológica complementaria para las menciones de CC y H

3. El tipo de esta asignatura depende de la mención elegida por el alumno:
Formación tecnológica específica para la mención de CC
Formación tecnológica complementaria para las menciones de H y TSU

4. El tipo de esta asignatura depende de la mención elegida por el alumno:
Formación tecnológica específica para la mención de H
Formación tecnológica complementaria para las menciones de CC y TSU

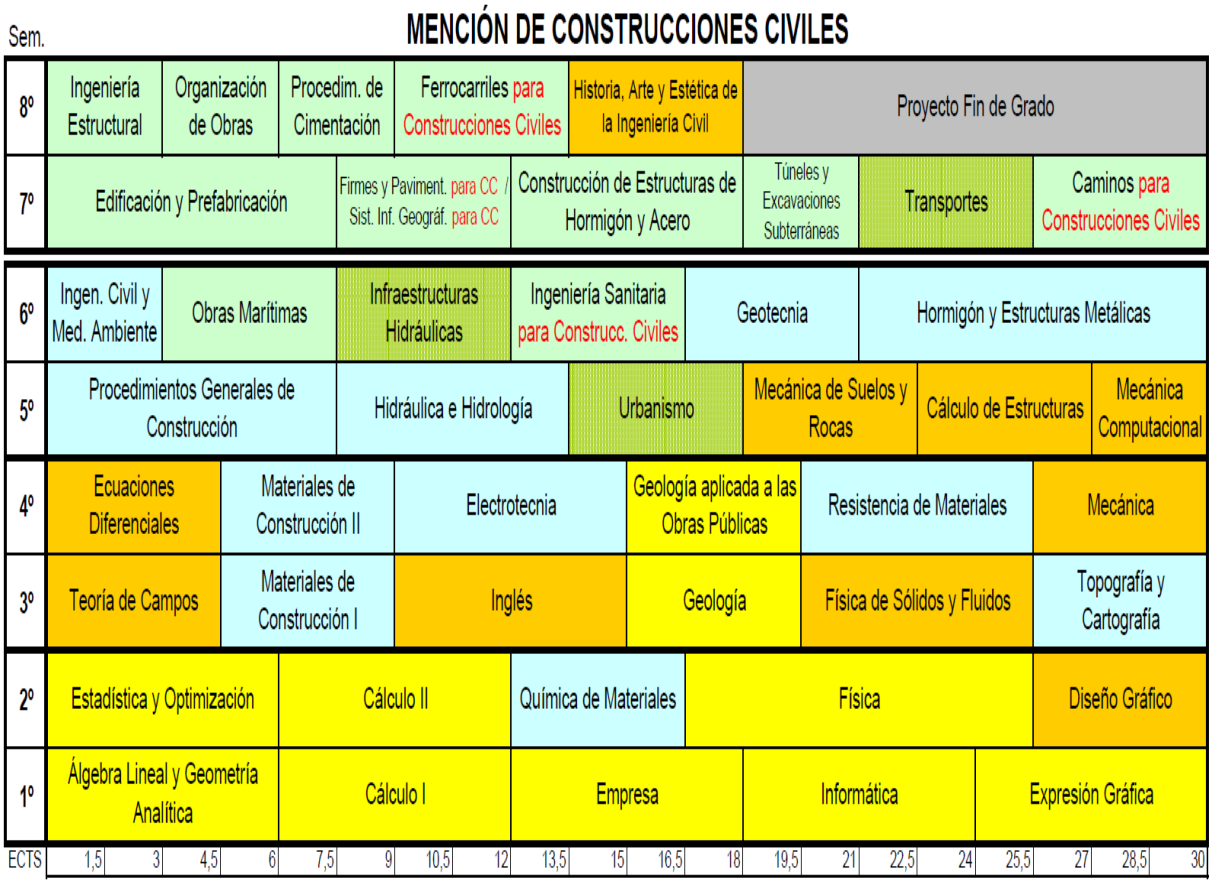
5. Esta asignatura es la misma para las menciones de H y TSU, y diferente para la de CC

6. Esta asignatura es la misma para las menciones de CC y TSU

7. Esta asignatura puede sustituirse por prácticas en empresas.

8. La “movilidad” de los estudiantes tendrá lugar, en su caso, durante el séptimo semestre.

Para una mejor visualización, las tres figuras siguientes, una para cada mención, muestran la secuencia temporal de las asignaturas del plan de estudios.



MENCIÓN DE HIDROLOGÍA

Sem.																				
8º	Diseño de Infr. Hidrául. Asistido por Ordenador	Ingeniería Civil de Centr. Térmicas	Sistemas de Inf. Geográfica para Hidrología	Tecnología Energética	Historia, Arte y Estética de la Ingeniería Civil	Proyecto Fin de Grado														
7º	Tecnología Eléctrica	Servicios, Protecc. Med. Urbano y Gest. Res. para Hidrología	Hidrogeología	Hidrología y Recursos Hidráulicos	Diseño, Paisaje y Rest. Amb. para Hidrología	Química del Agua	Ing. del Agua en Nucleos Urbanos	Ingeniería del Litoral	Caminos para Transportes y SU											
6º	Ingen. Civil y Med. Ambiente	Obras Marítimas	Infraestructuras Hidráulicas	Ingeniería Sanitaria para Hidrología	Geotecnia	Hormigón y Estructuras Metálicas														
5º	Procedimientos Generales de Construcción		Hidráulica e Hidrología	Urbanismo	Mecánica de Suelos y Rocas	Cálculo de Estructuras	Mecánica Computacional													
4º	Ecuaciones Diferenciales	Materiales de Construcción II	Electrotecnia	Geología aplicada a las Obras Públicas	Resistencia de Materiales	Mecánica														
3º	Teoría de Campos	Materiales de Construcción I	Inglés	Geología	Física de Sólidos y Fluidos	Topografía y Cartografía														
2º	Estadística y Optimización	Cálculo II	Química de Materiales	Física	Diseño Gráfico															
1º	Álgebra Lineal y Geometría Analítica	Cálculo I	Empresa	Informática	Expresión Gráfica															
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

MENCIÓN DE TRANSPORTES Y SERVICIOS URBANOS

Sem.																				
8º	Firmes y Pavimentos para Transportes y SU	Tráfico y Seguridad Viaria	Sistemas de Inf. Geográfica para Transp. y SU	Ferrocarriles para Transportes y SU	Historia, Arte y Estética de la Ingeniería Civil	Proyecto Fin de Grado														
7º	Sistemas Territoriales	Servicios, Protecc. Med. Urbano y Gest. Res. para Tran. y SU	Transportes Urbanos	Explotación Portuaria	Ingeniería Portuaria	Diseño, Paisaje y Rest. Amb. para Transportes y SU	Proyecto Urbano	Transportes	Caminos para Transportes y SU											
6º	Ingen. Civil y Med. Ambiente	Obras Marítimas	Infraestructuras Hidráulicas	Ingeniería Sanitaria para Hidrología	Geotecnia	Hormigón y Estructuras Metálicas														
5º	Procedimientos Generales de Construcción		Hidráulica e Hidrología	Urbanismo	Mecánica de Suelos y Rocas	Cálculo de Estructuras	Mecánica Computacional													
4º	Ecuaciones Diferenciales	Materiales de Construcción II	Electrotecnia	Geología aplicada a las Obras Públicas	Resistencia de Materiales	Mecánica														
3º	Teoría de Campos	Materiales de Construcción I	Inglés	Geología	Física de Sólidos y Fluidos	Topografía y Cartografía														
2º	Estadística y Optimización	Cálculo II	Química de Materiales	Física	Diseño Gráfico															
1º	Álgebra Lineal y Geometría Analítica	Cálculo I	Empresa	Informática	Expresión Gráfica															
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 240 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	5º	6º	7º	8º	
Formación básica *Orden Minist. CIN/307/2009*			30	21	4,5	4,5					60
Formación común de ingeniería civil *Orden Minist. CIN/307/2009*				4,5	9	16,5	13,5	16,5			60
Formación científico técnica *Propios del título*				4,5	16,5	9	12			4,5	46,5
Formación en tecnologías específicas *OM. CIN/307/2009: 48 créd.* *Propios del título: 13,5 créd.*	CC	*OM*						*9*	*30*	*9*	*48*	61,5
		Propios					*4,5*	*4,5*		*4,5*	*13,5*	
	H	*OM*						*9*	*25,5*	*13,5*	*48*	
		Propios					*4,5*	*4,5*	*4,5*		*13,5*	
	TSU	*OM*					*4,5*		*30*	*13,5*	*48*	
		Propios						*13,5*			*13,5*	
Trabajo fin de grado *Orden CIN/307/2009*										12	12	
Total créditos europeos			**30**	**30**	**30**	**30**	**30**	**30**	**30**	**30**	**240**	

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: (puede estar sujeto a cambios)
Desde el 5 de septiembre al 22 de diciembre de 2023. El final de las clases puede diferir de estas fechas 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 de febrero al 12 de febrero de 2024.

Período ordinario de clases del segundo semestre: (puede estar sujeto a cambios)

Desde el 30 de enero al 24 de mayo de 2024.

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. El final de las clases puede diferir de estas fechas en los diferentes cursos. 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	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	24	25	26	27	28 1P Álg.	29
Noviembre	9	30 1P Inform.	31	1	2	3 1P Cál I	4	5
	10	6 1P Ex. Gráf.	7 Jueves	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	6	7	8	9	10
	16	11	12	13	14	15	16	17
	17	18	19	20	21	22 2P Ex. Gráf.	23	24
	E.Ord.1	25	26	27	28	29	30	31
Enero	E.Ord.2	1	2	3	4	5	6	7
	E.Ord.3	8	9 2P Inform.	10	11 2P Álg.	12	13 2P Cál I	14
	E.Ord.4	15	16 Ex. Gráf.	17	18 Inform.	19	20 Empresa	21
	E.Ord.5	22	23 Álg.	24	25 Cál I	26	27	28

Días de clase	**13**	**15-1**	**13**	**12+1**	**14**	**67**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 7 de noviembre tiene horario de jueves

Días sin clase (además de los festivos)

Del 28 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: 28** de mayo de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	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	21	22	23	24	25
Marzo	5	26	27	28	29	1	2	3
	6	4	5	6	7	8	9	10
	7	11	12	13	14	15 1P Química.	16	17
	8	18 1P Cál. II	19	20 1P D. Gráf.	21	22 1P Estadis.	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2	3 1P Física.	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 Miércoles	15	16	17	18	19
	17	20	21	22	23	24	25	26
Junio	E.Ord.1	27	28	29 2P Cál. II	30	31 Química.	1	2
	E.Ord.2	3	4 D. Gráf.	5	6 Estadis.	7	8	9
	E.Ord.3	10	11 Cál. II	12	13 Física	14	15	16

Días de clase	**15-1**	**15-1**	**11+2**	**14**	**13**	**68**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 29 de abril tiene horario de miércoles

El 14 de mayo tiene horario de miércoles

Días sin clase (además de los festivos)

Del 15 de marzo al 3 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: 5** de julio de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	17 Empresa	18	19 Inform.	20	21 Álg.	22	23
Julio	E.Ext.2	24 Ex. Gráf.	25	26 Cál. I	27 Cál II	28	29 Química.	30
	E.Ext.3	1 D.Gráf.	2	3 Estad.	4	5 Física	6	7

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	24	25	26	27	28	29
Noviembre	9	30	31 1P Fís. Solid.	1	2 1P Topog.	3	4	5
	10	6	7 Jueves.	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	6	7	8	9	10
	16	11	12	13	14	15	16	17
	17	18	19	20	21	22	23	24
	E.Ord.1	25	26	27	28	29	30	31
Enero	E.Ord.2	1	2	3	4	5	6	7
	E.Ord.3	8 Teor. Cam	9	10 Topog.	11	12	13	14
	E.Ord.4	15 Geolog.	16	17	18	19 MMCC I	20	21
	E.Ord.5	22 Inglés	23	24 Fís. Solid.	25	26	27	28

Días de clase	**14**	**15-1**	**13**	**12+1**	**14**	**68**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 7 de noviembre tiene horario de jueves

Días sin clase (además de los festivos)

Del 30 de octubre al 3 de noviembre por exámenes parciales

El 4 de octubre por actividades de Escuela

CUARTO SEMESTRE

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

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	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 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	16 1P Ecuac.	17
	8	18	19 1P Mecánica.	20	21 1P Geo. OP	22	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2 1P Electrot.	3	4 1P Resist.	5	6 1P MMCC II	7
	11	8	9 Viernes	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 Jueves	15	16	17	18	19
	17	20	21	22	23	24	25	26
Junio	E.Ord.1	27	28	29	30 2P Resist.	31	1 2P Geo.OP	2
	E.Ord.2	3 Ecuac.	4	5 Electrot.	6	7	8 Mecánica	9
	E.Ord.3	10 Geo.OP	11	12 MMCC II	13	14 Resist.	15	16

Días de clase	**15-2**	**15-2**	**11+2**	**12+1**	**12+1**	**65**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 19 de febrero y el 29 de abril tienen horario de miércoles

El 9 de abril tiene horario de viernes

El 14 de mayo tiene horario de jueves

Días sin clase (además de los festivos)

Del 6 al 8 de marzo por viaje de prácticas

Del 16 de marzo al 5 de abril por exámenes parciales

El 21 de febrero por actividades de Escuela

TERCER Y CUARTO SEMESTRE. Exámenes extraordinarios

Inicio exámenes: 18 de junio de 2024**. Final exámenes: 12** de julio de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	17	18 Fis. Solid.	19 Inglés	20 MMCC I	21	22 Topog	23
Julio	E.Ext.2	24	25 Teor.Cam	26 Geolog.	27 Ecuac.	28	29	30
	E.Ext.3	1	2	3 MMCC II	4	5	6 Electrot.	7
	E.Ext.4	8 Resist.	9	10 Mecan.	11	12 Geolog. OP	13	14

Año Académico 2023-24
Calendario Básico

QUINTO 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	24	25	26	27	28	29
Noviembre	9	30 1P Mec. Suel.	31	1	2	3 1P Hidr.	4	5
	10	6	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 jueves	5	6	7	8	9	10
	16	11	12	13	14	15	16	17
	17	18	19	20	21	22	23	24
	E.Ord.1	25	26	27	28	29	30	31
Enero	E.Ord.2	1	2	3	4	5	6	7
	E.Ord.3	8	9 Hidr.	10	11 Urban.	12	13	14
	E.Ord.4	15	16	17 Proc. Gen.	18	19	20 Mec. Suel	21
	E.Ord.5	22	23 Mec. Comp	24	25 Cál. Est.	26	27	28

Días de clase	**14-1**	**14**	**13**	**12+1**	**14**	**67**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 4 de diciembre tiene horario de jueves

Días sin clase (además de los festivos)

Del 30 de octubre al 4 de noviembre por exámenes parciales

El 4 de octubre por actividades de Escuela

SEXTO 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
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 1P Ing. San.	3
	6	4	5	6 Viaje	7 Viaje	8 Viaje	9	10
	7	11	12	13	14	15	16	17
	8	18 1P Geot.	19	20 1P Ob.Mar	21	22 1P Ing. Civ.	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2	3 1P Hor. Met	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 2P Ing. San.	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	26
Junio	E.Ord.1	27	28	29	30	31 2P Hor. Met	1	2
	E.Ord.2	3	4 Ob. Mar	5	6 Ing. San.	7 Ing. CyMA	8	9
	E.Ord.3	10	11 Geotec.	12	13 Infr. Hidr.	14	15 Hor. Met	16

Días de clase	**14-1**	**14-1**	**10+2**	**13**	**13**	**64**

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

El 21 de febrero por actividades de Escuela

Del 18 de marzo al 3 de abril por exámenes parciales

QUINTO Y SEXTO SEMESTRE. Exámenes extraordinarios

Inicio exámenes: 17 de junio de 2024**. Final exámenes: 11** de julio de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	17 Proc. Gen.	18	19 Urb.	20 Mec. Com.	21 Mec. Sue.	22	23
Julio	E.Ext.2	24 Hidr.	25	26 Cál. Estr.	27	28 Geotec.	29 Ing. CyMA	30
	E.Ext.3	1 Ing. San.	2	3	4 Infr. Hidr.	5	6	7
	E.Ext.4	8	9 Ob. Mar.	10	11 Hor. Met	12	13	14

Año Académico 2023-24
Calendario Básico

SÉPTIMO SEMESTRE C.C.

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	24	25	26	27	28 1P Est. HA	29
Noviembre	9	30 1P Firm. CC	31	1	2 1P Cam.	3	4	5
	10	6	7	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	6	7	8	9	10
	16	11	12	13	14	15	16	17
	17	18 1P Trans.	19	20 2P Cam.	21 2P Firm. CC	22 2P Est. HA	23	24
	E.Ord.1	25	26	27	28	29	30	31
Enero	E.Ord.2	1	2	3	4	5	6	7
	E.Ord.3	8 Cam.	9	10	11 Edif.	12	13 Tun. Exc.	14
	E.Ord.4	15	16 SIG	17	18 Firm. CC	19	20	21
	E.Ord.5	22 Est. HA.	23	24 Trans.	25	26	27	28

Días de clase	**13**	**14**	**13**	**12+1**	**14-1**	**66**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 10 de noviembre tiene horario de jueves

Días sin clase (además de los festivos)

Del 28 de octubre al 6 de noviembre por exámenes parciales

El 4 de octubre por actividades de Escuela

OCTAVO SEMESTRE C.C.

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
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	19 1P FF.CC	20	21	22 1P Org.Obr.	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2	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	30 Miércoles	1	2	3	4	5
	15	6	7	8	9	10	11	12
	16	13	14	15	16	17 TFG	18	19
	17	20	21	22	23	24	25	26
Junio	E.Ord.1	27 ent.TFG	28 Arte	29	30 Org. Ob.	31	1	2
	E.Ord.2	3 Ing. Estr.	4	5 FF.CC.	6	7	8	9
	E.Ord.3	10 Proc. Cim.	11	12	13	14	15	16

Días de clase	**14**	**15-2**	**11+2**	**13**	**13**	**66**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 20 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

Del 18 de marzo al 22 de marzo por exámenes parciales

El 21 de febrero por actividades de Escuela

SÉPTIMO Y OCTAVO SEMESTRE C.C. Exámenes extraordinarios

Inicio exámenes: 18 de junio de 2024. **Final exámenes: 8** de julio de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	17	18 Trans.	19 Tun. Exc.	20 Firm. CC	21 Edif.	22 SIG	23
Julio	E.Ext.2	24 ent.TFG	25 Estr. HA.	26 Cam.	27	28 Proc. Cim.	29 FF.CC.	30
	E.Ext.3	1 Org. Ob.	2 Arte	3	4	5 Ing. Estr.	6	7
	E.Ext.4	8 TFG	9	10	11	12	13	14

Año Académico 2023-24
Calendario Básico

SÉPTIMO SEMESTRE H.

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	24	25	26	27	28 1P Ing.agua	29
Noviembre	9	30 1P Ser.	31	1	2 1P Cam.	3	4	5
	10	6 1P Tec.Elec	7	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	6	7	8	9	10
	16	11	12	13	14	15	16	17
	17	18	19	20 2p Cam.	21 2P Ser.	22	23	24
	E.Ord.1	25	26	27	28	29	30	31
Enero	E.Ord.2	1	2	3	4	5	6	7
	E.Ord.3	8 Tec. Elec.	9 Ing. Lit.	10 Ing. Ag.	11 Hidroge.	12	13 Quim. Agua	14
	E.Ord.4	15	16 Paisaje.	17	18 Serv.	19	20	21
	E.Ord.5	22 Rec.	23	24 Cam.	25	26	27	28

Días de clase	**13**	**14**	**13**	**12+1**	**14-1**	**66**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 10 de noviembre tiene horario de jueves

Días sin clase (además de los festivos)

Del 28 de octubre al 6 de noviembre por exámenes parciales

El 4 de octubre por actividades de Escuela

OCTAVO SEMESTRE H.

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
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	19 1P Tec.En	20	21	22 1P Centrales	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2	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	30 Miércoles	1	2	3	4	5
	15	6	7	8	9	10	11	12
	16	13	14	15	16	17 TFG	18	19
	17	20	21	22	23	24	25	26
Junio	E.Ord.1	27 ent.TFG	28 Arte	29	30	31	1 SIG	2
	E.Ord.2	3 Centrales	4	5 Dis. Infr.H	6	7	8	9
	E.Ord.3	10 Tec. En.	11	12	13	14	15	16

Días de clase	**14**	**15-2**	**11+2**	**13**	**13**	**66**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

El 20 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

Del 18 de marzo al 22 de marzo por exámenes parciales

El 21 de febrero por actividades de Escuela

SÉPTIMO Y OCTAVO SEMESTRE H. Exámenes extraordinarios

Inicio exámenes: 17 de junio de 2024**. Final exámenes: 8** de julio de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	17 Paisaje	18 Quim.Agua.	19 Rec.	20 Serv.	21 Ing. Ag.	22 Ing. Lit.	23
Julio	E.Ext.2	24 Hidrogeol./ ent.TFG	25 Tec. Elec.	26 Cam.	27 Centrales	28 SIG	29	30
	E.Ext.3	1 Tec. En.	2 Arte	3	4	5 Dis.Infr. H	6	7
	E.Ext.4	8 TFG	9	10	11	12	13	14

Año Académico 2023-24
Calendario Básico

SÉPTIMO SEMESTRE T.S.U.

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	24	25	26	27	28 1P Tr.Urb.	29
Noviembre	9	30 1P Ser	31	1	2 1P Cam.	3	4 1P Sist.Ter	5
	10	6 1P Proy.Urb	7	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	6	7	8	9	10
	16	11	12	13	14	15	16	17
	17	18 1P Trans.	19	20 2P Cam.	21 2P Ser	22 2P Tr. Urb.	23	24
	E.Ord.1	25	26	27	28	29	30	31
Enero	E.Ord.2	1	2	3	4	5	6	7
	E.Ord.3	8 Trans.	9 Exp. Port.	10 Sist. Ter.	11 Proy. Urb.	12	13 Ing. Port.	14
	E.Ord.4	15	16 Paisaje	17	18 Serv.	19	20	21
	E.Ord.5	22 Tr. Urb.	23	24 Cam.	25	26	27	28

Días de clase	**13**	**14**	**12**	**12+1**	**14-1**	**66**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases
El 10 de noviembre tiene horario de jueves
Días sin clase (además de los festivos)
Del 28 de octubre al 6 de noviembre por exámenes parciales
El 4 de octubre por actividades de Escuela

OCTAVO SEMESTRE T.S.U.

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
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 1P FF. CC	17
	8	18	19 1P Tra. Seg.	20	21 1P Fir. TSU.	22	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2	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	30 Miércoles	1	2	3	4	5
	15	6	7	8	9	10	11	12
	16	13	14	15	16	17 TFG	18	19
	17	20	21	22	23	24	25	26
Junio	E.Ord.1	27 ent.TFG	28 Arte.	29	30 2P Traf. Seg.	31	1 SIG	2
	E.Ord.2	3 Firm. TSU	4	5 FF.CC.	6	7	8	9
	E.Ord.3	10 Traf. Seg.	11	12	13	14	15	16

Días de clase	**14**	**15-2**	**11+2**	**13**	**13**	**66**

Días que modifican su horario para igualar el número de clases
El 20 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
Del 16 de marzo al 22 de marzo por exámenes parciales
El 21 de febrero por actividades de Escuela

SÉPTIMO Y OCTAVO SEMESTRE T.S.U. Exámenes extraordinarios

Inicio exámenes: 17 de junio de 2024**. Final exámenes: 8** de julio de 2024

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	17 Paisaje	18 Trans.	19 Ing. Port.	20 Serv.	21 Tr. Urb.	22 Sist. Ter.	23
Julio	E.Ext.2	24 Explot. Port./Ent.TFG	25 Proy. Urb.	26 Cam.	27 FF.CC.	28 SIG	29	30
	E.Ext.3	1 Fir. TSU	2 Arte	3	4	5 Traf. Seg.	6	7
	E.Ext.4	8 TFG	9	10	11	12	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 al aula de exámenes.

CURSO 2023/24: CALENDARIO DE EXÁMENES

Semestre	Cód.	Asignatura	Primer parcial		Segundo parcial		Examen ordinario		Examen extraord.	
PRIMERO	45001101	Cálculo I	03-11-23	9:00	13-01-24	9:00	25-01-24	9:00	26-06-24	9:00
	45001102	Álgebra lineal y geom. analítica	28-10-23	9:00	11-01-24	9:00	23-01-24	16:00	21-06-24	16:00
	45001103	Empresa					20-01-24	9:00	17-06-24	9:00
	45001104	Informática	30-10-23	9:00	09-01-24	9:00	18-01-24	9:00	19-06-24	9:00
	45001105	Expresión gráfica	06-11-23	9:00	22-12-23	16:00	16-01-24	9:00	24-06-24	9:00
SEGUNDO	45001106	Cálculo II	18-03-24	9:00	29-05-24	9:00	11-06-24	9:00	27-06-24	9:00
	45001107	Estadística y optimización	22-03-24	16:00			06-06-24	9:00	03-07-24	9:00
	45001108	Física	03-04-24	9:00			13-06-24	9:00	05-07-24	9:00
	45001109	Química de materiales	15-03-24	9:00			31-05-24	9:00	29-06-24	9:00
	45001110	Diseño gráfico	20-03-24	16:00			04-06-24	9:00	01-07-24	9:00
TERCERO	45001201	Teoría de campos					08-01-24	16:00	25-06-24	9:00
	45001202	Materiales de construcción I					19-01-24	9:00	20-06-24	9:00
	45001203	Inglés					22-01-24	9:00	19-06-24	16:00
	45001204	Geología					15-01-24	9:00	26-06-24	16:00
	45001205	Física de sólidos y fluidos	31-10-23	9:00			24-01-24	9:00	18-06-24	9:00
	45001206	Topografía y cartografía	02-11-23	9:00			10-01-24	9:00	22-06-24	9:00
CUARTO	45001207	Ecuaciones diferenciales	16-03-24	9:00			03-06-24	9:00	27-06-24	16:00
	45001208	Materiales de construcción II	06-04-24	9:00			12-06-24	9:00	03-07-24	16:00
	45001209	Electrotecnia	02-04-24	16:00			05-06-24	9:00	06-07-24	9:00
	45001210	Geología aplic. a las obras públic.	21-03-24	9:00	01-06-24	9:00	10-06-24	9:00	12-07-24	16:00
	45001211	Resistencia de materiales	04-04-24	9:00	30-05-24	9:00	14-06-24	9:00	08-07-24	9:00
	45001212	Mecánica	19-03-24	9:00			08-06-24	9:00	10-07-24	9:00
QUINTO	45001301	Procedim. grales. construcción					17-01-24	16:00	17-06-24	16:00
	45001302	Hidráulica e hidrología	03-11-23	16:00			09-01-24	16:00	24-06-24	16:00
	45001303	Urbanismo					11-01-24	16:00	19-06-24	9:00
	45001304	Mecánica de suelos y rocas	30-10-23	9:00			20-01-24	9:00	21-06-24	9:00
	45001305	Cálculo de estructuras					25-01-24	16:00	26-06-24	9:00
	45001306	Mecánica computacional					23-01-24	9:00	20-06-24	16:00
SEXTO	45001307	Ing. civil y medio ambiente	22-03-24	9:00			07-06-24	16:00	29-06-24	9:00
	45001308	Obras marítimas	20-03-24	9:00			04-06-24	16:00	09-07-24	16:00
	45001309	Ing.Sanitaria	02-03-24	9:00	27-04-24	9:00	06-06-24	16:00	01-07-24	16:00
	45001310	Infraestructuras hidráulicas					13-06-24	16:00	04-07-24	16:00
	45001311	Geotecnia	18-03-24	16:00			11-06-24	16:00	28-06-24	16:00
	45001312	Hormigón y estruc. Metálicas	03-04-24	16:00	31-05-24	16:00	15-06-24	9:00	11-07-24	9:00

CURSO 2023/24: CALENDARIO DE EXÁMENES

Semestre		Cód.	Asignatura	Primer parcial		Segundo parcial		Examen ordinario		Examen extraord.	
SEPTIMO SEMESTRE	Const. Civiles	45001401	Caminos para Const. Civiles	02-11-23	16:00	20-12-23	9:00	08-01-24	16:00	26-06-24	16:00
		45001402	Edificación y prefabricación					11-01-24	9:00	21-06-24	16:00
		45001405	Construcción estruct. Hormigón y acero	28-10-23	9:00	22-12-23	9:00	22-01-24	16:00	25-06-24	9:00
		45001406	Firmes y pavimentos para const civiles	30-10-23	9:00	21-12-23	9:00	18-01-24	16:00	20-06-24	9:00
		45001407	Sistemas Información Geográfica para C.C.					16-01-24	9:00	22-06-24	9:00
		45001417	Transportes	18-12-23	9:00			24-01-24	16:00	18-06-24	16:00
		45001429	Túneles y excavaciones subterráneas					13-01-24	9:00	19-06-24	16:00
	Hidrología	45001408	Caminos para Transp. y S. Urbanos	02-11-23	16:00	20-12-23	9:00	08-01-24	16:00	26-06-24	16:00
		45001409	Tecnología eléctrica	06-11-23	16:00			24-01-24	16:00	25-06-24	9:00
		45001410	Servicios, protección medio urbano y gest. Residuos para Hidrología	30-10-23	9:00	21-12-23	9:00	18-01-24	16:00	20-06-24	9:00
		45001411	Hidrogeología					11-01-24	9:00	24-06-24	9:00
		45001412	Hidrología y Recursos Hidráulicos					22-01-24	16:00	19-06-24	16:00
		45001414	Diseño, Paisaje y Restauración Ambiental para Hidrología					16-01-24	9:00	17-06-24	9:00
		45001415	Química del agua					13-01-24	9:00	18-06-24	16:00
		45001431	Ing. del Agua en núcleos urbanos	28-10-23	9:00			10-01-24	16:00	21-06-24	16:00
		45001434	Ingeniería litoral					09-01-24	9:00	22-06-24	9:00
	Transp. y Serv. Urbanos	45001408	Caminos para Transp. y S. Urbanos	02-11-23	16:00	20-12-23	9:00	08-01-24	16:00	26-06-24	16:00
		45001417	Transportes	18-12-23	9:00			24-01-24	16:00	18-06-24	16:00
		45001420	Explotación portuaria					09-01-24	9:00	24-06-24	9:00
		45001422	Servicios, protección medio urbano y gest. Residuos para Hidrología	30-10-23	9:00	21-12-23	9:00	18-01-24	16:00	20-06-24	9:00
		45001423	Ingeniería portuaría					13-01-24	9:00	19-06-24	16:00
		45001424	Diseño, paisaje y restauración ambiental para Transp. y Serv. Urbanos					16-01-24	9:00	17-06-24	9:00
		45001436	Proyecto urbano	06-11-23	16:00			11-01-24	9:00	25-06-24	9:00
		45001437	Sistemas territoriales	04-11-23	9:00			10-01-24	9:00	22-06-24	9:00
		45001438	Transportes urbanos	28-10-23	9:00	22-12-23	9:00	22-01-24	16:00	21-06-24	16:00
OCTAVO SEMESTRE	Común	45001400	Trabajo Fin de Grado					17-05-24	10:00	08-07-24	12:00
			Entrega Trabajo Fin de Grado					27-05-24	12:00	24-06-24	12:00
			Presentaciones TFG					Del 3-6-24 al 7-6-24		Del 8-7-24 al 12-7-24	
		45001427	Historia, arte y estética de la Ing Civil					28-05-24	9:00	02-07-24	9:00
	Const. Civiles	45001403	Organización de obras	22-03-24	16:00			30-05-24	16:00	01-07-24	9:00
		45001404	Ferrocarriles para Const Civiles	19-03-24	16:00			05-06-24	16:00	29-06-24	9:00
		45001428	Ingeniería estructural					05-06-23	16:00	05-07-24	9:00
		45001430	Procedimientos de cimentación					10-06-24	16:00	28-06-24	9:00
	Hidrología	45001413	Ing. Civil de centrales térmicas	22-03-24	16:00			03-06-24	16:00	27-06-24	9:00
		45001416	Sistemas de Información Geográfica para Hidrología					01-06-24	9:00	28-06-24	9:00
		45001432	Diseño de infraestruct hidráulicas asistido por ordenador					05-06-24	16:00	05-07-24	9:00
		45001433	Tecnología energética	19-03-24	16:00			10-06-24	16:00	01-07-24	9:00
	Transp. y Ser. Urbanos	45001418	Tráfico y seguridad viaria	19-03-24	16:00	30-05-24	16:00	10-06-24	16:00	05-07-24	9:00
		45001419	Ferrocarriles para Transportes y Servicios Urbanos	16-03-24	9:00			05-06-24	16:00	29-06-24	9:00
		45001421	Firmes y pavimentos para Trans. y Ser. Urbanos	21-03-24	16:00			03-06-24	16:00	01-07-24	9:00
		45001425	Sistemas Información Geográfica para Trans. y Ser. Urbanos					01-06-24	9:00	28-06-24	9:00

Horario de clases

En los cuadros siguientes se presentan los horarios de clases de cada semestre. Cada uno de los grupos del mismo semestre 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 8:30 horas y finalizan a las 13:35 horas. Las clases de los grupos de la tarde comienzan a las 15:00 horas y finalizan a las 20:05 horas. Todas las clases ordinarias tienen una duración de 1 hora y 05 minutos. Las clases están separadas por un descanso de 10 minutos, excepto el descanso central que tendrá una duración de 25 minutos.

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.

PRIMER SEMESTRE — GRUPO A

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Expr. Gráfica	Álgebra	Cálculo I	Empresa	Expr. Gráfica
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Expr. Gráfica	Cálculo I	Álgebra	Empresa	Expr. Gráfica
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Cálculo I	Informática	Informática	Cálculo I	Empresa
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Álgebra	Informática	Informática	Álgebra	Empresa

PRIMER SEMESTRE — GRUPO B

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Álgebra	Informática	Informática	Álgebra	Empresa
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Cálculo I	Informática	Informática	Cálculo I	Empresa
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Expr. Gráfica	Álgebra	Cálculo I	Empresa	Expr. Gráfica
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Expr. Gráfica	Cálculo I	Álgebra	Empresa	Expr. Gráfica

PRIMER SEMESTRE — GRUPO C

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Cálculo I	Álgebra	Cálculo I	Informática	Empresa
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Álgebra	Cálculo I	Álgebra	Informática	Empresa
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Empresa	Expr. Gráfica	Expr. Gráfica	Álgebra	Informática
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Empresa	Expr. Gráfica	Expr. Gráfica	Cálculo I	Informática

PRIMER SEMESTRE — GRUPO D

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Cálculo I	Expr. Gráfica	Expr. Gráfica	Empresa	Informática
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Álgebra	Expr. Gráfica	Expr. Gráfica	Empresa	Informática
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Informática	Álgebra	Cálculo I	Álgebra	Empresa
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Informática	Cálculo I	Álgebra	Cálculo I	Empresa

SEGUNDO SEMESTRE — GRUPO A

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Física	Química	Cálculo II	Química	Cálculo II
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Física	Física	Química	Cálculo II	Estadística
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Cálculo II	Física	Física	Estadística	Diseño Gráfico
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Estadística	Diseño Gráfico	Física	Estadística	Diseño Gráfico

SEGUNDO SEMESTRE — GRUPO B

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Estadística	Cálculo II	Estadística	Cálculo II	Física
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Cálculo II	Química	Química	Estadística	Física
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Diseño Gráfico	Química	Física	Física	Estadística
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Diseño Gráfico	Diseño Gráfico	Física	Física	Cálculo II

SEGUNDO SEMESTRE — GRUPO C

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Estadística	Cálculo II	Estadística	Cálculo II	Diseño Gráfico
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Cálculo II	Física	Química	Estadística	Diseño Gráfico
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Física	Física	Física	Química	Estadística
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Física	Diseño Gráfico	Física	Química	Cálculo II

SEGUNDO SEMESTRE — GRUPO D

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Química	Química	Química	Estadística	Física
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Estadística	Cálculo II	Cálculo II	Cálculo II	Física
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Diseño Gráfico	Estadística	Física	Física	Cálculo II
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Diseño Gráfico	Diseño Gráfico	Física	Física	Estadística

TERCER SEMESTRE — GRUPO A

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Materiales I	Física Sól. y Fl.	Inglés	Materiales I	Teor. Campos
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Inglés	Física Sól. y Fl.	Inglés	Materiales I	Teor. Campos
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Inglés	Geología	Física Sól. y Fl.	Teor. Campos	Topografía
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Geología	Geología	Física Sól. y Fl.	Topografía	Topografía

TERCER SEMESTRE — GRUPO B

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Física Sól. y Fl.	Física Sól. y Fl.	Inglés	Materiales I	Materiales I
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Física Sól. y Fl.	Física Sól. y Fl.	Inglés	Materiales I	Teor. Campos
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Teor. Campos	Geología	Topografía	Topografía	Inglés
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Geología	Geología	Topografía	Teor. Campos	Inglés

TERCER SEMESTRE — GRUPO C

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Teor. Campos	Física Sól. y Fl.	Materiales I	Materiales I	Teor. Campos
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Topografía	Física Sól. y Fl.	Inglés	Materiales I	Inglés
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Geología	Topografía	Física Sól. y Fl.	Teor. Campos	Inglés
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Geología	Topografía	Física Sól. y Fl.	Inglés	Geología

TERCER SEMESTRE — GRUPO D

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Topografía	Materiales I	Física Sól. y Fl.	Teor. Campos	Materiales I
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Topografía	Materiales I	Física Sól. y Fl.	Inglés	Geología
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Topografía	Inglés	Teor. Campos	Física Sól. y Fl.	Geología
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Inglés	Inglés	Geología	Física Sól. y Fl.	Teor. Campos

CUARTO SEMESTRE — GRUPO A

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Mecánica	Mecánica	Materiales II	Materiales II	Resistencia
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Ec. Diferenc.	Ec. Diferenc.	Resistencia	Materiales II	Resistencia
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Geología O.P.	Ec. Diferenc.	Electrotecnia	Electrotecnia	Electrotecnia
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Geología O.P.	Geología O.P.	Mecánica	Resistencia	Electrotecnia

CUARTO SEMESTRE — GRUPO B

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Electrotecnia	Mecánica	Mecánica	Ec. Diferenc.	Materiales II
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Electrotecnia	Electrotecnia	Electrotecnia	Materiales II	Ec. Diferenc.
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Mecánica	Geología O.P.	Resistencia	Materiales II	Ec.Diferenc.
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Geología O.P.	Geología O.P.	Resistencia	Resistencia	Resistencia

CUARTO SEMESTRE — GRUPO C

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Resistencia	Electrotecnia	Electrotecnia	Electrotecnia	Ec. Diferenc.
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Resistencia	Resistencia	Resistencia	Electrotecnia	Ec. Diferenc.
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Mecánica	Materiales II	Mecánica	Materiales II	Geología O.P.
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Geología O.P.	Mecánica	Ec. Diferenc.	Materiales II	Geología O.P.

CUARTO SEMESTRE — GRUPO D

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Mecánica	Resistencia	Ec. Diferenc.	Electrotecnia	Electrotecnia
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Electrotecnia	Resistencia	Materiales II	Electrotecnia	Geología O.P.
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Resistencia	Materiales II	Mecánica	Ec. Diferenc.	Geología O.P.
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Resistencia	Materiales II	Mecánica	Ec. Diferenc.	Geología O.P.

QUINTO SEMESTRE — GRUPO A

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Mec. Comput.	Estructuras	Mec. Comput.	Pr.Gral.Constr.	Pr.Gral.Constr.
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Estructuras	Pr.Gral.Constr.	Estructuras	Pr.Gral.Constr.	Pr.Gral.Constr.
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Urbanismo	Hidráulica	Urbanismo	Mecán. Suelos	Hidráulica
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Urbanismo	Hidráulica	Hidráulica	Mecán. Suelos	Mecán. Suelos

QUINTO SEMESTRE — GRUPO B y GRUPO C

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Estructuras	Estructuras	Estructuras	Mecán. Suelos	Mec. Comput.
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Pr.Gral.Constr	Mec. Comput.	Pr.Gral.Constr	Mecán. Suelos	Mecán. Suelos
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Urbanismo	Hidráulica	Urbanismo	Pr.Gral.Constr.	Hidráulica
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Urbanismo	Hidráulica	Hidráulica	Pr.Gral.Constr.	Pr.Gral.Constr.

SEXTO SEMESTRE — GRUPO A

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Horm y Metál.	Horm y Metál.	Horm y Metál.	Geotecnia	Geotecnia
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Horm y Metál.	Horm y Metál.	Horm y Metál.	Geotecnia	Sanitaria
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	Ob. Marítimas	Ob. Marítimas	In. Hidráulicas	Sanitaria	M. Ambiente
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	Ob. Marítimas	In. Hidráulicas	In. Hidráulicas	Sanitaria	M. Ambiente

SEXTO SEMESTRE — GRUPO B y GRUPO C

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:35	Horm y Metál.	Horm y Metál.	Horm y Metál.	Sanitaria	Sanitaria
9:35 – 9:45					
9:45 – 10:50	Horm y Metál.	Horm y Metál.	Horm y Metál.	Sanitaria	Geotecnia
10:50 – 11:15					
11:15 – 12:20	In. Hidráulicas	In. Hidráulicas	Ob. Marítimas	Geotecnia	M. Ambiente
12:20 – 12:30					
12:30 – 13:35	In. Hidráulicas	Ob. Marítimas	Ob. Marítimas	Geotecnia	M. Ambiente

SEPTIMO SEMESTRE — CONSTRUCCIONES CIVILES

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Caminos	Túneles y excavaciones subterráneas	Firmes y pavimentos Sistemas de inform. geográfica	Firmes y pavimentos Sistemas de inform. geográfica	Edificación y prefabricación
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Caminos	Caminos	Túneles y excavaciones subterráneas	Firmes y pavimentos Sistemas de inform. geográfica	Transportes
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Transportes	Edificación y prefabricación	Edificación y prefabricación	Constr. de estructuras de hormigón y acero	Constr. de estructuras de hormigón y acero
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Transportes	Edificación y prefabricación	Edificación y prefabricación	Constr. de estructuras de hormigón y acero	Constr. de estructuras de hormigón y acero

SEPTIMO SEMESTRE — HIDROLOGÍA

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Caminos	Tecnología eléctrica	Ingeniería del litoral	Paisaje y restauración ambiental	Ingeniería del agua en núcleos urbanos
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Caminos	Caminos	Ingeniería del litoral	Paisaje y restauración ambiental	Ingeniería del agua en núcleos urbanos
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Tecnología eléctrica	Hidrología y recursos hidráulicos	Química del agua	Serv., prot. med. urbano y gest. de residuos	Hidrogeología
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Hidrología y recursos hidráulicos	Hidrología y recursos hidráulicos	Química del agua	Serv., prot. med. urbano y gest. de residuos	Hidrogeología

SEPTIMO SEMESTRE — TRANSPORTES Y SERV. URBANOS

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Caminos	Explotación portuaria	Transportes urbanos	Paisaje y restauración ambiental	Transportes urbanos
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Caminos	Caminos	Explotación portuaria	Paisaje y restauración ambiental	Transportes
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Transportes	Proyecto urbano	Sistemas territoriales	Serv., prot. med. urbano y gest. de residuos	Ingeniería portuaria
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Transportes	Proyecto urbano	Sistemas territoriales	Serv., prot. med. urbano y gest. de residuos	Ingeniería portuaria

OCTAVO SEMESTRE — CONSTRUCCIONES CIVILES

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Clases de Proyecto fin de grado	Historia, arte y estética de la ingeniería civil	Ferrocarriles	Historia, arte y estética de la ingeniería civil	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Clases de Proyecto fin de grado	Ferrocarriles	Ferrocarriles	Historia, arte y estética de la ingeniería civil	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Clases de Proyecto fin de grado	Organización de obras	Ingeniería estructural	Procedimientos de cimentación	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Clases de Proyecto fin de grado	Organización de obras	Ingeniería estructural	Procedimientos de cimentación	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*

OCTAVO SEMESTRE — HIDROLOGÍA

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Clases de Proyecto fin de grado	Historia, arte y estética de la ingeniería civil	Tecnología energética	Historia, arte y estética de la ingeniería civil	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Clases de Proyecto fin de grado	Tecnología energética	Tecnología energética	Historia, arte y estética de la ingeniería civil	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Clases de Proyecto fin de grado	Sistemas de información geográfica	Ing. civil de centrales	Diseño de infr. hidráulicas asist. por ordenador	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Clases de Proyecto fin de grado	Sistemas de información geográfica	Ing. civil de centrales	Diseño de infr. hidráulicas asist. por ordenador	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*

OCTAVO SEMESTRE — TRANSPORTES Y SERV. URBANOS

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15:00 – 16:05	Clases de Proyecto fin de grado	Historia, arte y estética de la ingeniería civil	Ferrocarriles	Historia, arte y estética de la ingeniería civil	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*
16:05 – 16:15					
16:15 – 17:20	Clases de Proyecto fin de grado	Ferrocarriles	Ferrocarriles	Historia, arte y estética de la ingeniería civil	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*
17:20 – 17:45					
17:45 – 18:50	Clases de Proyecto fin de grado	Sistemas de información geográfica	Tráfico y seguridad viaria	Firmes y pavimentos	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*
18:50 – 19:00					
19:00 – 20:05	Clases de Proyecto fin de grado	Sistemas de información geográfica	Tráfico y seguridad viaria	Firmes y pavimentos	*Sin Clase (trabajo autónomo PFG)*

Primer Semestre

Álgebra Lineal y Geometría analítica

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001102	6	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Linear Algebra and Geometry
Materia	Matemáticas
Departamento	Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil y Naval
Web asignatura	*http://www1.caminos.upm.es/matematicas*
Periodo impartición	Primer semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Dionisio Pérez Esteban	Pte.	D	L (11:00-13:00) X (10:00-12:30 y 15:00-16:30)	Torre, 4ª	*dionisio.perez@upm.es*
Carlos Manuel Corona Rubio	Secr.	C	L, X (11:15-13:35), y J (12:30-13:50)	Torre, 2ª	*carlosmanuel.corona@caminos.upm.es*
Beatriz Pascual Escudero	Vocal	A, B	Grupo A: L (10:45-12:15) M(9:35-10:05),X (8-9:45), J (14:30-17) Grupo B: M (12:20-14 y 15-17), X(13:35-14:15), J (9:35-11:25)	Torre, 2ª	*beatriz.pascual@upm.es*

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura. Para asistir a las tutorías, se solicitará cita previa vía correo electrónico.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

El plan de estudios Grado en Ingeniería Civil y Territorial no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Los correspondientes a Matemáticas de Bachillerato, modalidad de Ciencias.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM11.1 (parcial)	Capacidad de aplicación de recursos de álgebra lineal y geometría analítica para la resolución de problemas de ingeniería formulados matemáticamente en contextos bien delimitados..
CM11.2 (parcial)	Capacidad de selección óptima de recursos de álgebra lineal y geometría analítica para la resolución de problemas de ingeniería civil formulados matemáticamente en contextos bien delimitados.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.

NOTA. Las competencias CM11.1 y CM11.2 lo son para la materia de Matemáticas en su conjunto. Aquí se indica la parte que corresponde a esta asignatura en particular.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA54	Resuelve problemas monográficos de álgebra lineal y geometría analítica acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería.	CM11.1
RA55	Selecciona recursos y resuelve problemas combinados de álgebra lineal y geometría analítica acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería civil.	CM11.2
RA56	Argumenta la resolución de problemas mediante la lógica científica y la metodología científica de las disciplinas empleadas.	CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Domina la estructura básica de espacio vectorial, la dependencia e independencia lineal, la noción de rango y el uso de coordenadas, así como las aplicaciones lineales y su conexión con el álgebra matricial.	RA54, RA55 y RA56
IL2	Sí	Domina el cálculo matricial y las principales relaciones de equivalencia de matrices (equivalencia, semejanza, congruencia y semejanza ortogonal), incluyendo su conexión con las aplicaciones lineales.	RA54, RA55 y RA56
IL3	Sí	Domina la discusión, interpretación y resolución de sistemas de ecuaciones lineales.	RA54, RA55 y RA56
IL4	Sí	Maneja adecuadamente las formas cuadráticas y la estructura de espacio vectorial euclídeo, especialmente de 2 y 3 dimensiones.	RA54, RA55 y RA56
IL5	Sí	Comprende e interpreta los espacios puntuales afines y euclídeos, y trabaja correctamente con las variedades afines.	RA54, RA55 y RA56
IL6	Sí	Domina la geometría analítica en el plano y en el espacio euclídeos	RA54, RA55 y RA56
IL7	Sí	Conoce en profundidad las cónicas. Está familiarizado con las cuádricas en sus ecuaciones reducidas.	RA54, RA55 y RA56

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
PE1. Dos Controles	**45%+45%**

Descripción. Cada control consiste en una prueba formada por varios ejercicios de carácter teórico y práctico, relativos a los temas de la asignatura que se indiquen con anterioridad.

Criterios de calificación. Quienes obtengan una calificación igual o superior a 3 en el primer control podrán optar por examinarse del segundo control. La calificación de cada control irá de 0 a 10 y será la media ponderada de la calificación de los ejercicios que lo componen.

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. Actividades en clase	**10%**

Se propondrán diversas actividades en el aula, de cuya realización dependerá la nota asignada a esta parte.

PE3. Examen final **90%**

Descripción: Prueba de evaluación global formada por varios ejercicios de carácter teórico y práctico, relativos a todos los temas de la asignatura. Este examen es obligatorio para quienes siendo la nota de cada control no inferior a 3, obtengan una nota N menor que 5, siendo N la suma del 45% de la nota de cada control más el 10% de la nota de las actividades en clase y también es obligatorio cuando la nota de algún control no llegue a 3. Para el resto de estudiantes será opcional.

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

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura

- Para quienes hayan realizado los dos controles, con nota no inferior a 3 en cada control y la nota N del apartado anterior sea
  - menor que 5, la calificación final será el máximo entre el 100% de la nota del examen final y el resultado de sumar al 90% de la nota del examen final el 10% de la nota de las actividades de clase,
  - mayor o igual que 5, la calificación final será el máximo entre la nota N de apartado anterior y el 100% de la nota del examen final, cuando se opte por realizarlo.
- En caso contrario, la calificación final será el máximo entre el 100% de la nota del examen final y el resultado de sumar al 90% de la nota del examen final, el 10% de la nota de las actividades de clase.

Aprobarán la asignatura los alumnos cuya calificación final sea mayor o igual que 5 sobre 10.

Adaptación a docencia telemática

PE1. Actividades en clase **20%**

Descripción: Se propondrán diversas actividades de clase de cuya realización dependerá la nota asignada a esta parte.

Momento y lugar: Los estudiantes entregarán las actividades de clase usando medios telemáticos en las fechas que se indiquen.

PE2. Examen final **80%**

Descripción: El examen final constará de una serie de ejercicios de carácter teórico-práctico sobre todo el temario de la asignatura.

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.

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

Calificación final de la asignatura

La calificación final será el máximo entre la nota del examen final y la media ponderada de la nota de las actividades de clase (20%) y del examen final (80%).

Para poder aprobar la asignatura, la calificación final debe ser mayor o igual que 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Sistemas de ecuaciones lineales. Matrices y determinantes **1.1.** Operaciones elementales en sistemas de ecuaciones lineales. Teorema de Rouché-Frobenius. Introducción a métodos numéricos de resolución. **1.2.** Operaciones con matrices: suma, producto por escalares, producto, transposición. Rango de una matriz. Matrices regulares. Inversa de una matriz. Cálculo de determinantes. Conjuntos y aplicaciones.	IL3
Tema 2. Espacios vectoriales y aplicaciones lineales. **2.1.** Espacios vectoriales. Subespacios. Bases. Dimensión. Coordenadas. Cambio de base. Matriz de un cambio de base **2.2.** Aplicaciones lineales: tipología. Núcleo e imagen. Relación entre sus dimensiones. Matriz de una aplicación lineal. Equivalencia de matrices. Matriz de un endomorfismo. Semejanza de matrices.	IL1
Tema 3. Valores y vectores propios. **3.1.** Polinomio característico. Autovalores, autovectores y autoespacios. **3.2.** Diagonalización de matrices. Teorema de Cayley-Hamilton.	IL1, IL2
Tema 4. Espacio vectorial euclídeo. **4.1.** Producto escalar. Desigualdad de Cauchy-Schwarz. Desigualdad triangular. Ortogonalidad. Método de Gram-Schmidt. Bases ortonormales. Proyección ortogonal sobre un subespacio. Ajuste por mínimos cuadrados. **4.2.** Aplicaciones y matrices ortogonales. Clasificación de aplicaciones ortogonales en dimensiones 2 y 3. Diagonalización de matrices por semejanza ortogonal.	IL4,IL5, IL6
Tema 5. Formas bilineales y cuadráticas **5.1.** Formas bilineales. Simetría. Formas cuadráticas. Expresión matricial. **5.2.** Matrices congruentes. Diagonalización de formas cuadráticas. Rango y signatura. Ley de inercia. Clasificación de formas cuadráticas.	IL4, IL2
Tema 6. Cónicas y cuádricas. **6.1.** Cónicas. Ecuación reducida. Tipos de cónicas. Cónicas degeneradas. Elementos destacados: centro, ejes, focos, directrices. Invariantes de una cónica. Parametrización de cónicas. **6.2.** Cuádricas. Ecuación reducida. Centro y ejes. Algunas cuádricas destacadas. Parametrización de cuádricas.	IL7

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno

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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se consideran necesarias prácticas adicionales en esta asignatura

Trabajo autónomo:

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

Actividades de clase:

Durante las clases, los estudiantes realizarán las actividades indicadas por el profesorado, relativas al temario de la asignatura.

Tutorías

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

Adaptación de los métodos de enseñanza empleados al formato no presencial

Se trabajará con los alumnos a través de la plataforma Moodle. Se pondrán a su disposición vídeos con los contenidos del temario, apuntes y ejercicios resueltos de forma secuencial.

Se programarán clases de tutorías por videoconferencia cada semana para atender las dudas, así como entregas de tareas a realizar por los estudiantes.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Pérez Esteban, D.: “Álgebra Lineal enfocada a la ingeniería”. Ed. Garceta, 2ª edición, 2018.

Hernández, E.; Vázquez, Mª J. y Zurro, Mª A.: *Álgebra Lineal y Geometría.* Editorial Pearson, 2012 (3ª edición)

Strang, G., *Álgebra lineal y sus aplicaciones,* Addison-Wesley, 1986

Hojas de prácticas y material complementario proporcionado por los profesores

Recursos Web:

3blue1brown, vídeos breves sobre algunos conceptos básicos de Álgebra lineal
https://www.youtube.com/channel/UCYO_jab_esuFRV4b17AJtAw

Recursos Geogebra, *www.geogebra.org*

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento de Matemáticas e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Introducción a la asignatura y Tema 1	Ejercicios tema 1		Recopilación bibliográfica y documental y estudio tema 1			8h
	2h 10min	2h 10min		3h 40min			
2	Tema 2	Ejercicios tema 2		Estudio del tema 2 con ejercicios			8h
	2h 10min	2h 10min		3h 40min			
3	Tema 2	Ejercicios tema 2		Estudio del tema 2 con ejercicios			8h
	2h 10min	2h 10min		3h 40min			
4	Tema 2	Ejercicios tema 2		Estudio del tema 2 con ejercicios			8h
	2h 10min	2h 10min		3h 40min			
5	Tema 3	Ejercicios tema 3		Estudio del tema 3 con ejercicios			8h
	2h 10min	2h 10min		3h 40min			
6	Tema 3	Ejercicios tema 3		Estudio del tema 3 con ejercicios			8h
	2h 10min	2h 10min		4h 30min			
7	Tema 3	Ejercicios tema 3		Estudio del tema 3 con ejercicios			8h
	2h 10min	2h 10min		3h 40min			
8	Repaso Temas 1,2 y 3	Ejercicios temas 1,2 y 3		Estudio del tema 1,2 y 3 con ejercicios y preparación control intermedio	Control 1		21h
	1h 05min	3h 15min		17h 30min	3h		
9	Tema 4	Ejercicios tema 4		Estudio del tema 4 con ejercicios			8h
	2h 10min	2h 10min		3h 40min			

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 4 2h 10min	Ejercicios tema 4 2h 10min		Estudio del tema 4 con ejercicios 3h 40min			8h
11	Temas 4 2h 10min	Ejercicios tema 4 2h 10min		Estudio del tema 4 con ejercicios 3h 40min			8h
12	Tema 4 2h 10min	Ejercicios tema 4 2h 10min		Estudio del tema 4 con ejercicios 3h 40min			8h
13	Tema 5 1h 05min	Ejercicios tema 5 2h 10min		Estudio del tema 5 con ejercicios 3h 40min			8h
14	Tema 6 2h 10min	Ejercicios tema 6 2h 10min		Estudio del tema 6 con ejercicios 3h 40min			8h
15	Tema 6 2h 10min	Ejercicios tema 6 2h 10min		Estudio del tema 6 con ejercicios 3h 40min			8h
16	Repaso general 2h 10min	Ejercicios repaso general 2h 10min		Repaso general 3h 40min	Control 2 2h		10h
Hasta el examen				Preparación para examen final 17h	Examen final 2h		19h
Horas	**33h 35min**	**35h 45min**		**86h 40min**	**6h**		**162h**

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

Empresa

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001103	6	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Business Administration
Materia	Empresa
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción
Web asignatura	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Periodo impartición	Primer semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Antonio Lara Galera	Pte.	Todos	Concretar profesor	Torre 3ª planta	*antoniolorenzo.lara@upm.es*
Carmen Fort Santamaría		A	Concretar profesor	Despacho 1ª planta	*mariadelcarmen.fort@upm.es*
Mª Belén Muñoz Medina	Secr.	C-D	Concretar profesor	Despacho 1ª planta	*mariabelen.munoz@upm.es*
Pablo Jarillo López		B	Concretar profesor	Despacho 1ª planta	pablo.jarillo@upm.es
Oliva González González		C-D	Concretar profesor	Despacho 1ª planta	*oliva.gonzalez@upm.es*
José Ramón Sánchez Lavín		B	Concretar profesor	Escuela Retiro	*Joseramon.sanchez@upm.es*
Ángel Faramín Burgos		B	Concretar profesor	Escuela Retiro	*angel.faramin@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
CM16.2	Comprensión de la interacción entre las funciones de la empresa, de la interacción de la empresa con el mercado, y de los mecanismos y estrategias de reacción ante el mercado.
CM16.3	Conocimiento básico del Derecho, del Ordenamiento Jurídico, de la Organización administrativa, de la legislación laboral y de la legislación sectorial, así como de la normativa legal para el ejercicio profesional de la ingeniería civil en el ámbito nacional y comunitario

Código	Competencia
CM16.1	Conocimiento de las funciones de la empresa, de su marco institucional y jurídico, y de su organización y gestión
CT4	Capacidad de preparar y presentar con efectividad comunicaciones orales, escritas y gráficas.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA13	Explica las funciones de la empresa, su marco institucional y jurídico, y su organización y gestión	CM16.1
RA14	Identifica y separa los efectos producidos en el comportamiento de una empresa por la interacción entre sus funciones, la interacción de la empresa en el mercado, y la aplicación de los mecanismos y estrategias de reacción ante el mercado	CM16.2
RA15	Reconoce los principios y elementos básicos del Derecho, del Ordenamiento Jurídico, de la Organización Administrativa, de la legislación laboral, de la legislación sectorial, y de la normativa legal para el ejercicio de la ingeniería civil en el ámbito nacional y comunitario	CM16.3

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Describe correctamente los elementos de cualquier función de la empresa y sus modelos de gestión concretos; calcula correctamente su estado en casos prácticos, y aplica estos conocimientos a la planificación, ejecución, control, coordinación y toma de decisiones en el ámbito de la actividad, el proceso, la función y la empresa.	RA1 y RA3
IL2	Sí	Describe correctamente los elementos de la empresa y los mercados y las relaciones que se presentan en casos prácticos en los que se relacionan varias funciones, y los resuelve con modelos cuantitativos y cualitativos; así mismo describe correctamente situaciones de interacción estratégica y competitiva de la empresa en los mercados y las resuelve con modelos cuantitativos y cualitativos	RA2 y RA3
IL3	Sí	Describe correctamente, indica las notas características y relaciona los elementos de las instituciones de Derecho civil, mercantil, laboral y administrativo, nacional y comunitario, relacionados con el ejercicio profesional de un directivo en los diversos campos de aplicación de la ingeniería civil. Resuelve en Derecho casos prácticos elementales	RA2 y 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"

el alumno debería seguir la asignatura en evaluación progresiva. este tipo de evaluación consistirá en:

Asistencia y participación en clase. Tendrá un peso hasta el 10% en la nota final. el alumno debe asistir al menos al 80% de las clases. la nota de asistencia a clase se valorará sobre 10 puntos, siendo como máximo de 1 punto sobre 10 respecto a la nota de la evaluación progresiva. Al alumno que haya asistido sólo al 80% de las clases o porcentaje inferior será evaluado con cero puntos en este apartado

Actividades. Consistirán fundamentalmente en 3 test que el alumno realizará online a lo largo del curso. cada test, valorado de 0 a 10 puntos, tiene un peso máximo del 5% sobre la nota de evaluación progresiva, siempre que el alumno obtenga al menos 5 puntos en el mismo. la aportación de los tests a la evaluación progresiva será como máximo de 1,5 puntos sobre 10.

Examen final. Constará de varios ejercicios teórico prácticos. cada uno de ellos se valorará sobre 10 puntos y se obtendrá la media aritmética de los mismos. Tiene un peso del 75% sobre la nota de evaluación progresiva, es decir, como máximo 7,5 puntos sobre 10. El alumno debe obtener al menos 4,75 puntos. la fecha del examen final será fijada por el jefe de estudios.

La nota de evaluación progresiva se obtendrá como: NEP=0,1*nota asistencia y participación + 0,15*nota de las actividades + 0,75*nota examen final.

Para superar la asignatura mediante evaluación progresiva el alumno debe obtener una nota (NEP) de 5,0 puntos sobre 10.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Consistirá en el mismo examen final que se ha indicado para los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: La calificación de cada parte del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en 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 de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5,0 puntos.

El criterio de evaluación propuesto es válido para la enseñanza presencia y eventualmente, si fuera necesario, para la enseñanza online.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. La empresa y el empresario **1.1.** Concepto de empresa **1.2.** Clases de empresas **1.3.** Funciones de la empresa **1.4.** El empresario en el pensamiento económico **1.5.** La empresa y el mercado **1.6.** Marco institucional y jurídico de la empresa **1.7.** Interacción de la empresa con el mercado	IL3
Tema 2. Organización y gestión de la empresa **2.1.** La actividad productiva de la empresa **2.2.** La actividad comercial de la empresa **2.3.** La actividad financiera de la empresa **2.4.** La estructura de propiedad en la empresa **2.5.** Las empresas de construcción y servicios públicos de España	IL3
Tema 3. El balance y la cuenta de resultados **3.1.** Estructura financiera de la empresa **3.2.** El balance y la cuenta de resultados **3.3.** El fondo de maniobra **3.4.** El *cash-flow* de explotación **3.5.** Aplicación de las empresas de construcción y servicios públicos	IL3
Tema 4. Nociones de contabilidad de costes	IL1
Tema 5. Análisis de inversiones **5.1.** Fundamentos financieros básicos **5.2.** Concepto y clasificación de inversiones **5.3.** Fases en el análisis de inversiones **5.4.** Valoración de inversiones variables determinantes **5.5.** Evaluación de inversiones: criterios de evaluación económica **5.6.** Comparación y selección de inversiones	IL2
Tema 6. La gestión financiera a largo plazo **6.1.** Clasificación de las fuentes financieras **6.2.** Financiación directa en los mercados financieros **6.3.** Financiación proporcionada por entidades financieras´ **6.4.** Financiación interna **6.5.** El coste del capital **6.6.** Estructura óptima de capital **6.7.** La política de dividendos **6.8.** Aplicación a las empresas de construcción y servicios públicos	IL2
Tema 7. La gestión financiera a corto plazo **7.1.** El circulante empresarial **7.2.** Necesidades de activo circulante y su financiación **7.3.** La solvencia financiera de la empresa a corto plazo **7.4.** Gestión activa de la tesorería **7.5.** Financiación y gestión de déficits a corto plazo **7.6.** Inversión y gestión de fondos a corto plazo **7.7.** Aplicación a las empresas de construcción y servicios públicos	IL1

Tema 8. El sistema financiero y mercados de renta fija y renta variable **8.1.** Activos financieros **8.2.** Intermediarios financieros **8.3.** Mercados financieros **8.4.** La UE, el Banco Central Europeo y la política monetaria única **8.5.** Entidades financieras dentro del sistema financiero español **8.6.** El mercado interbancario **8.7.** El mercado de deuda publica español **8.8.** Mercado de renta fija no estatal **8.9.** Introducción all mercado de renta variable **8.10.** Funcionamiento de la bolsa **8.11.** Instituciones de inversión colectiva. **8.12.** Análisis de inversiones financieras: rentabilidad, riesgo y liquidez **8.13.** Fiscalidad.	IL1
Tema 9. Conceptos del Project finance **9.1.** Introducción al Project finance **9.2.** Análisis de flujos de caja del proyecto **9.3.** Conceptos de VAN, TIR de proyecto y TIR del accionista **9.4.** Cobertura del servicio de la deuda **9.5.** Aplicación del Project finance a las concesiones de infraestructuras y equipamientos	IL1
Tema 10. Análisis del entorno económico **10.1.** El entorno macroeconómico: introducción **10.2.** Indicadores macroeconómicos **10.3.** Conceptos básicos de macroeconomía **10.4.** Análisis de coyuntura económica **10.5.** El ciclo económico **10.6.** Influencia del entorno económico en la empresa	IL1
Tema 11. El ordenamiento jurídico y el derecho administrativo, laboral y comunitario **11.1.** El ordenamiento jurídico en España y la en la Unión Europea **11.2.** Derecho privado y derecho público **11.3.** Teoría del contrato **11.4.** Contratación publica **11.5.** Legislación laboral **11.6.** El ordenamiento jurídico en España y en la Unión Europea Legislación aplicable al campo de la ingeniería civil en España y en la Unión Europea	IL1

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad empresarial, jurídica y técnica del alumno. También expondrá e ilustrará los principales métodos de resolución de casos y problemas adecuados al nivel de la asignatura.

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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se consideran necesarias prácticas adicionales en esta asignatura

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y se esforzará en resolver los ejercicios propuestos. Participará en los trabajos voluntarios propuestos por el equipo docente

Trabajo en grupo:

Entre los trabajos voluntarios propuestos algunos podrán desarrollarse en grupo.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Sánchez Soliño, A.; Carpintero López, S.; Lara Galera, A.L.; Alcaraz Carrillo de Albornoz, V.; Pérez Lozano, J.M.; Molina Millán, J.: *Economía y Financiación de la Empresa*

Bibliografía complementaria:

Ver la bibliografía relacionada en la obra arriba citada

Recursos Web:

Equipamiento específico:

Biblioteca 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 4h 20min			Estudio tema 1 4 h 40 min			9h
2	Tema 2 4h 20min			Estudio tema 2 4 h 40 min			9h
3	Tema 3 3 h 35 min	Ejercicio de análisis de balance 45 min		Estudio tema 3 4 h 40 min			9h
4	Tema 4 4h 20min			Estudio tema 4 4 h 40 min			9h
5	Tema 4 (cont) 4h 20min			Estudio tema 4 (cont.) 4 h 40 min			9h
6	Tema 5 3 h 35 min	Ejercicios de análisis de inversiones 45 min		Estudio tema 5 4 h 40 min			9h
7	Tema 5 (cont) 4h 20min			Estudio tema 5 (cont.) 4 h 40 min			9h
8	Tema 6 3 h 35 min	Ejercicio de finanzas a largo plazo 45 min		Estudio tema 6 4 h 40 min			9h
9				Estudio tema 6 4 h			4h
10	Tema 7 3 h 35 min	Ejercicio de finanzas a corto plazo 45 min		Estudio tema 7 4 h 40 min			9h
11	Tema 8 3 h 35 min	Ejercicios de inversiones financieras 45 min		Estudio tema 8 4 h 40 min			9h
12	Tema 9 3 h 35 min	Ejercicio de Project finance 45 min		Estudio tema 9 4 h 40 min			9h
13	Tema 10 4h 20min			Estudio tema 10 4 h 40 min			9h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
14		Ejercicio de análisis de entorno económico 2h 10 min		Estudio tema 10 (cont.) 4 h 20 min			6h 30min
15	Tema 11 4h 20min			Estudio tema 11 4 h 40 min			9h
16	Tema 11 (cont) 4h 20min			Estudio tema 11 (cont) 9 h 40 min			14h
Hasta el examen				Preparación del examen final 18 h 30 min	Examen final 2h		20h 30min
Horas	**56h 10min**	**6h 40min**		**97h 10min**	**2h**		**162h**

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

Cálculo I

. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001101	6	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Calculus I
Materia	Matemáticas
Departamento	Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil y Naval
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Primer semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Juan Antonio Barceló	Pte.	todos	A determinar	*Torre 10ª*	*juanantonio.barcelo@upm.es*
Francisca Cánovas	Vocal	todos	A determinar	Torre 2ª	*francisca.canovas@upm.es*
Cristóbal Meroño	Vocal	todos	A determinar	*Torre 10ª*	*cj.merono@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:

El plan de estudios Grado en Ingeniería Civil y Territorial no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

- MATEMÁTICAS DE BACHILLERATO

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM11.1 (parcial)	Capacidad de aplicación de recursos de Cálculo Diferencial e Integral, métodos numéricos y optimización para la resolución de problemas de ingeniería formulados matemáticamente en contextos bien delimitados.
CM11.2 (parcial)	Capacidad de selección óptima de recursos de Cálculo Diferencial e Integral, métodos numéricos y optimización para la resolución de problemas de ingeniería formulados matemáticamente en contextos bien delimitados.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo

NOTA. Las competencias CM11.1 y CM11.2 lo son para la materia de Matemáticas en su conjunto. Aquí se indica la parte que corresponde a esta asignatura en particular

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Resuelve problemas monográficos de Cálculo Diferencial e Integral, métodos numéricos y optimización acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería.	CM11.1
RA2	Selecciona recursos y resuelve problemas combinados de Cálculo Diferencial e Integral, métodos numéricos y optimización acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería.	CM11.2

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA3	Argumenta la resolución de problemas mediante la lógica científica y la metodología científica de las disciplinas empleadas.	CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Estudia correctamente la continuidad y derivabilidad de funciones reales de variable real.	RA1, RA2 y RA3
IL2	No	Estudia correctamente la existencia de extremos de funciones de una variable y la existencia de máximos y mínimos absolutos de las mismas.	RA1, RA2 y RA3
IL3	Sí	Obtiene correctamente primitivas de funciones, calcula integrales mediante la regla de Barrow y las aplica al cálculo de áreas, longitudes y volúmenes.	RA1, RA2 y RA3
IL4	No	Estudia correctamente las superficies y sus características, así como calcula extremos relativos y condicionados.	RA1, RA2 y 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. Dos controles relativos a los bloques temáticos **50% + 50%**

Descripción. Se realizarán dos controles durante el curso. Cada uno de ellos consistirá en un ejercicio escrito con diversas cuestiones de carácter teórico práctico a las que el alumno debe responder. El peso del primer control sobre la nota final será del 50% y el peso del segundo el 50%

Criterios de calificación. Cada uno de los controles se calificará globalmente de 0 a 10. Para poder presentarse al segundo control habrá que haber obtenido una nota igual o superior a 3 en el primero.

Momento y lugar: Lo determinará la Jefatura de Estudios.

PE2. Examen final **100%**

Descripción. Consistirá en una serie de ejercicios relativos a toda la asignatura.

Este examen será obligatorio para los alumnos que no hayan obtenido una media igual o superior a 5 tras los controles indicados en PE1.

Criterios de calificación: La calificación del examen, de 0 a 10, será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios

Calificación final de la asignatura mediante evaluación progresiva

La calificación final será la media de las notas de los dos controles. Si no se supera una nota mayor o igual que 5, la calificación será la obtenida en el examen final. Aprobará la asignatura todo alumno que un caso u otro obtenga una calificación igual o mayor que 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

7.2. Mediante "Evaluación global"

Descripción: Consistirá en el mismo examen final que se ha indicado para los alumnos de evaluación progresiva.

Criterios de calificación: La calificación del examen, de 0 a 10, será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar: Lo 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.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Números reales y complejos	
Tema 1. Números reales y complejos **1.1.** Números naturales. Inducción. Números enteros y racionales. Números reales **1.2.** Valor absoluto. Intervalos. La recta numérica ampliada **1.3.** $\mathbf{R}^2$, $\mathbf{R}^3$ y $\mathbf{R}^n$. Norma de un vector. Coordenadas cartesianas, polares, cilíndricas y esféricas **1.4.** Números complejos. Forma binómica y polar. Operaciones, raíces, exponencial	IL1
Capítulo II. Funciones reales de variable real	
Tema 2. Funciones de una variable real. Continuidad **2.1.** Concepto de función. Dominio e imagen. Gráfica. Composición. Funciones inyectivas, suprayectivas y biyectivas. Inversa. Funciones elementales **2.2.** Límites. Límites laterales. Límites infinitos y límites en el infinito. Indeterminaciones **2.3.** Continuidad de una función en un punto. Discontinuidades **2.4.** Continuidad global. Teoremas de Bolzano y de Weierstrass **2.5.** Funciones monótonas	IL1
Tema 3. Funciones de una variable real. Derivación **3.1.** Concepto de derivada. Derivadas laterales. Recta tangente. Relación con la continuidad **3.2.** Función derivada. Derivadas sucesivas. Funciones de clase C^k **3.3.** Reglas de derivación **3.4.** Teoremas de Rolle y del Valor Medio. Regla de L'Hôpital **3.5.** Aproximación polinómica. Teorema de Taylor. Aplicaciones **3.6.** Introducción al **c**álculo aproximado de ceros de funciones: iteración, método de Newton	IL1, IL2
Tema 4. Integración **4.1.** Integral de Riemann. Propiedades. Teorema del Valor Medio **4.2.** Teorema fundamental del Cálculo. Regla de Barrow **4.3.** Cálculo de primitivas **4.4.** Introducción a los métodos aproximados. Trapecio. Simpson **4.5.** Introducción a las integrales impropias **4.6.** Aplicaciones del Cálculo Integral	IL3
Capítulo III. Funciones vectoriales de variable vectorial	
Tema 5. Funciones de $\mathbf{R}^n$ a $\mathbf{R}$ **5.1.** Gráfica. Conjuntos de nivel **5.2.** Límites. Límites iterados. Continuidad **5.3.** Derivadas parciales y direccionales. Gradiente. Diferenciabilidad. Plano tangente **5.4.** Derivadas parciales de orden superior. Teorema de Schwarz. Polinomio de Taylor **5.5.** Extremos locales y absolutos. Extremos condicionados: Multiplicadores de Lagrange	IL4

Tema 6. Funciones de $\mathbf{R}^m$ a $\mathbf{R}^n$

6.1.	Continuidad y diferenciabilidad. Matriz Jacobiana. Regla de la cadena	IL4
6.2.	Teoremas de la función inversa y de la función implícita	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno.

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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se consideran necesarias prácticas adicionales en esta asignatura

Trabajo autónomo:

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

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

Adaptación de los métodos de enseñanza empleados al formato no presencial

Se trabajará con los alumnos a través de la plataforma Moodle. Se pondrán a su disposición vídeos con los contenidos del temario, apuntes y ejercicios resueltos de forma secuencial.

Se programarán clases de tutorías por video conferencia cada semana para atender las dudas, así como entregas de tareas a realizar por los estudiantes.

10. Recursos didácticos

Bibliografía complementaria:

Es válido cualquier libro de Cálculo diferencial e integral en una y varias variables

Zill, D.G., Wright, W.S. Cálculo de varias variables. Ed. McGraw Hill, 2011

Larson-Hostetler-Edwards, Cálculo I, Ed. Pirámide, 2002.

Larson-Hostetler-Edwards, Cálculo II, Ed. Pirámide, 2002.2

Recursos Web:

Material teórico y ejercicios en la plataforma Moodle.

Exámenes resueltos. Plataforma Moodle

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento de Matemáticas e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Apartados 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4	Ejercicios de apartados 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4		Estudio de los apartados 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4			9h 30min
	3 h 15 min	1h 05min		5h 10min			
2	Apartados 2.1 y 2.2	Ejercicios de 2.1 y 2.2		Estudio de los apartados 2.1 y 2.2 y sus ejercicios			9h 30min
	3 h 15 min	1h 05min		5h 10min			
3	Apartados 2.3, 2.4 y 2.5	Ejercicios de 2.3, a 2.5		Estudio de los apartados 2.3 a 2.5 y sus ejercicios			9h 30min
	3 h 15 min	1h 05min		5h 10min			
4	Apartados 3.1 a 3.3	Ejercicios de 3.1 a 3.5		Estudio de los apartados 3.1 a 3.3 y sus ejercicios			9h 30min
	3 h 15 min	1h 05min		5h 10min			
5	Apartados 3.4 a 3.6	Ejercicios de 3.4 a 3.6		Estudio de los apartados 3.4 a 3.6 y sus ejercicios			11h
	3h 15min	1h 05min		6h 40min			
6	Apartados 4.1 y 4.2	Ejercicios de 4.1 y 4.2		Estudio de los apartados 4.1 y 4.2 y sus ejercicios			8h 15min
	2h 10min	1h 05min		5h			
7	Apartados 4.3	Ejercicios de 4.3		Estudio del apartado 4.3 y sus ejercicios			9h 30min
	3h 15min	1h 05min		5h 10min			
8	Apartado 4.4	Ejercicios de 4.4		Estudio del apartado 4.4 y sus ejercicios			9h 30min
	3h 15min	1h 05min		5h 10min			
9				Estudio del apartado 4.5 y sus ejercicios			7h
				4h 30min			

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10	Apartados 4.5. y 4.6	Ejercicios de 5.1 y 5.3		Estudio del apartado 4.6 y sus ejercicios			8h 15min
	2h 10min	1h 05min		5h			
11	Apartado 5.1 y 5.2	Ejercicios de 5.4 y 5.5		Estudio de los apartados 5.1 y 5.2 y sus ejercicios			11h
	3h 15min	1h 05min		6h 40min			
12	Apartados 5.2	Ejercicios de 5.6 y 5.7		Estudio del apartado 5.2 y sus ejercicios			9h 30min
	3h 15min	1h 05min		5h 10min			
13	Apartado 5.3 y 5.4	Ejercicios de 6.1 a 6.2		Estudio de los apartados 5.3 y 5.4 y sus ejercicios			9h 30min
	3h 15min	1h 05min		5h 10min			
14	Apartados 5.5	Ejercicios de 7.1 y 7.3		Estudio del apartado 5.5 y sus ejercicios			8h 15min
	2h 10min	1h 05min		5h			
15	Apartados 6.1 y 6.2	Ejercicios de 7.4 y 7.5		Estudio de los apartados 6.1 y 6.2 y sus ejercicios			11h
	3h 15min	1h 05min		6h 40min			
16	Preparaciòn examen final	Ejercicios de 8.1 y 8.2		Ejercicios de repaso	Control intermedio		10h 45min
	2h 10min	1h 05min		5h	2h 30min		
Hasta el examen				Preparación examen final	Examen final		10h 30min
				7h 30min	3h		
Horas	**44h 25min**	**16h 15min**		**93h 20min**	**8h**		**162h**

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

Expresión Gráfica

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001105	6	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Graphic Expression
Materia	Expresión Gráfica
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	*http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/imt/Expresion_grafica/UD_EG_Portada.html*
Periodo impartición	Primer semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Salvador Senent Dominguez	Secr.	Todos	M (9:30-11:30) J (9:30-13:30)	Seminario 2ª	*s.senent@upm.es*
Antonio A. Arcos Álvarez	Pte.	Todos	M y X (8:30-11:30)	Seminario 2ª	*antonio.arcos@upm.es*
Jesús Mª Alonso Trigueros	Vocal	Todos	L y J (10:30-13:30)	Seminario 2ª	*chus.alonso@upm.es*
Miguel Fernández Centeno		Todos	X y J (16 a 19)	Seminario 2ª	*miguelangel.fernandez@upm.es*
Carlos Gordo Monsó		Todos	L (13:30-14:30) V(15:30-20:30)	Seminario 2ª	*carlos.gordom@upm.es*
Ángela Moreno Bazán		Todos	L y J (8:30-11:30)	Seminario 2ª	*angela.moreno@upm.es*
Jose Luis Arcos Álvarez		Todos	V(15:30-19:30)	Seminario 2ª	*joseluis.arcos@upm.es*
Javier Bros Naranjo		Todos	V (15:30-19:30)	Seminario 2ª	*j.bros@upm.es*
Ángel Eugenio Moya Hernán-Gómez		Todos	L, M y X (8:30-10:30)	2ª Planta Edificio Retiro	*angeleugenio.moya@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:

El plan de estudios no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Los correspondientes a Dibujo Técnico de Bachillerato, modalidad de Ciencia y Tecnología.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM12.1	Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de expresión gráfica basadas en la geometría métrica, la geometría descriptiva y los programas de diseño asistido por ordenador..

Código	Competencia
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Resuelve problemas de representación gráfica que requieren visión espacial mediante técnicas de geometría métrica y geometría descriptiva y programas de diseño asistido por ordenador.	CM12.1

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Maneja y aplica los conceptos de la geometría métrica en la resolución de problemas incluso planteando razonamientos y demostraciones originales	RA1
IL2	Sí	Obtiene las diferentes proyecciones planas de un sólido tridimensional e interpreta las mismas en sentido inverso	RA1
IL3	Sí	Maneja y aplica los conceptos de Normalización del Dibujo Técnico.	RA1
IL4	Sí	Realiza modificaciones de los sólidos representados sobre las proyecciones de los mismos	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 participación — **20%**

Descripción: Consiste en la asistencia y la resolución de ejercicios tanto asistidos por el profesor como de forma individual por el alumno
Criterios de calificación: Se valorará en función del porcentaje de asistencia y de la media aritmética de los ejercicios realizados
Momento y lugar: Durante el tiempo de clase o fuera de horario, de forma continua durante todo el semestre

PE2. Controles intermedios — **40% + 40%**

Descripción: Consiste en 2 controles, con un peso del 40% cada uno, a desarrollar por el alumno de forma individual. Cada control está formado por varios ejercicios prácticos que el alumno debe resolver.
Criterios de calificación: Cada control se valorará de forma individual de 0 a 10 puntos. La calificación del control será la media aritmética de los ejercicios que lo componen
Momento y lugar: Los determina la Jefatura de estudios

PE3. Examen final — **80%**

Descripción: Consistirá en una serie de ejercicios relativos a toda la asignatura. Este examen será obligatorio para los alumnos que no hayan obtenido una media superior a 5 tras las pruebas de evaluación PE1 y PE2
Criterios de calificación: La calificación del examen, de 0 a 10, será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen
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.
No obstante, la calificación final de los alumnos de evaluación continua no será inferior a la obtenida en el examen final

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Consiste en el mismo examen final que el realizado por los alumnos que optan por 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 de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Geometría Métrica Plana	
Tema 1. Introducción **1.1.** Elementos fundamentales **1.2.** Ángulos **1.3.** Paralelismo y Perpendicularidad **1.4.** Proporcionalidad.	IL1
Tema 2. Polígonos **2.1.** Poligonales **2.2.** Polígono Convexo **2.3.** Triángulos. **2.4.** Cuadriláteros.	IL1
Tema 3. Curvas Planas **3.1.** La circunferencia **3.2.** Las cónicas **3.3.** Curvas Técnicas	IL1
Tema 4. Construcciones **4.1.** Construcciones Geométricas **4.2.** Lugares Geométricos **4.3.** Transformaciones. **4.4.** Polaridad	IL1
Capítulo II. Geometría Métrica del Espacio	
Tema 5. Introducción **5.1.** Elementos fundamentales **5.2.** Paralelismo. **5.3.** Perpendicularidad **5.4.** Distancias. **5.5.** Ángulos	IL1
Tema 6. Construcciones **6.1.** Construcciones geométricas **6.2.** Lugares geométricos **6.3.** Transformaciones	IL1
Tema 7. Poliedros. **7.1.** Poliedros **7.2.** Poliedros regulares convexos **7.3.** Superficie prismática **7.4.** Prisma. **7.5.** Superficie piramidal **7.6.** Pirámide. **7.7.** Prismatoide.	IL1

Tema 8. Cono, cilindro y esfera		
8.1.	Superficie cónica	
8.2.	Cono.	
8.3.	Superficie cónica de revolución	
8.4.	Cono circular	
8.5.	Superficie cilíndrica	IL1
8.6.	Cilindro	
8.7.	Superficie cilíndrica de revolución	
8.8.	Cilindro circular	
8.9.	Superficie esférica	
8.10.	Esfera	
Capítulo III. Dibujo Técnico en la Ingeniería Civil		
Tema 9. Proyección Diédrica		
9.1.	Elementos fundamentales	
9.2.	Representación del punto	
9.3.	Representación de la recta	
9.4.	Representación del plano	
9.5.	Representación de cuerpos	IL2
9.6.	Intersecciones	
9.7.	Paralelismo.	
9.8.	Perpendicularidad.	
9.9.	Abatimientos.	
9.10.	Distancias.	
Tema 10. Normalización		
10.1.	Normativa. Vistas, líneas, formatos, escalas…	IL3
10.2.	Acotación y croquización	
Tema 11. Perspectiva Isométrica		
11.1.	Definición.	
11.2.	Perspectiva de punto, recta, plano y cuerpos	
11.3.	Paralelismo	IL2, IL4
11.4.	Intersección	
11.5.	Secciones planas	
Tema 12. Perspectiva Caballera		
12.1.	Definición.	
12.2.	Perspectiva de punto, recta, plano y cuerpos	
12.3.	Paralelismo	IL2, IL4
12.4.	Intersección	
12.5.	Secciones planas	
Tema 13. Perspectiva Cónica		
13.1.	Definición.	
13.2.	Perspectiva de punto, recta, plano y cuerpos	IL2, IL4
13.3.	Situar el plano del cuadro por condiciones.	
13.4.	Escalas	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. Estas clases se ajustarán a dos tipologías diferentes. En primer lugar aquellas en que el profesor expondrá la resolución de un problema con la ayuda o participación de los alumnos y, en segundo lugar, aquellas que realizará el alumno de forma individual pero asistida por el profesorado en el aula de exámenes.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se consideran necesarias prácticas adicionales en esta asignatura

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y podrá resolver los ejercicios propuestos. Los enunciados de las prácticas mensuales como de los ejercicios propuestos estarán a disposición de los alumnos en el “Cuaderno de Ejercicios de Expresión Gráfica” que se publicará a principios del curso.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos, aunque el alumno podrá asociarse para estudiar o resolver ejercicios ocasionalmente

Tutorías

El profesor señalará unas horas y unos lugares de atención al alumno, para facilitarle la resolución de sus dudas

9 bis Adaptación de los métodos de enseñanza empleados en caso de enseñanza no presencial

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. Estas clases se ajustarán a dos tipologías diferentes. En primer lugar aquellas en que el profesor expondrá de forma telemática la resolución de un problema y, en segundo lugar, aquellas que realizará el alumno de forma individual pero asistida telemáticamente por el profesorado por medio de foros y “chats”.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se consideran necesarias prácticas adicionales en esta asignatura.

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y podrá resolver los ejercicios propuestos. Los enunciados de las prácticas como de los ejercicios propuestos estarán a disposición de los alumnos en el “Cuaderno de Ejercicios de Expresión Gráfica” que se publicará a principios del curso.

Trabajos en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos, aunque el alumno podrá asociarse para estudiar o resolver ejercicios ocasionalmente.

Tutorías

El profesor señalará unas horas y foros y “chats” telemáticos de atención al alumno, para facilitarle la resolución de sus dudas.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

A. Arcos, L.M. Méndez, J.M. Alonso, S. Senent; Sistemas de representación para ingenieros. 2ª Edición. Ed. Garceta 2018

L.M. Menéndez,A. Arcos, J.M. Alonso. Geometría métrica para Ingenieros. Ed. Garceta.2018

Área de Expresión Gráfica. *Cuaderno de Ejercicios de Expresión Gráfica. Curso 2023-2024. Ed. Garceta 2023.*

Bibliografía complementaria:

A. Arcos, J.M. Martínez, L.M. Méndez, Expresión gráfica: Problemas de Examen. Cursos 2010-11 a 2013-14. Ed. Garceta 2014

A. Arcos, J.M. Martínez, M. Martínez, L.M. Méndez. Dibuja un triángulo. 2ª Edición. 623 ejercicios resueltos. Ed. Garceta 2021

A. Arcos, J.M. Martínez, M. Martínez, L.M. Méndez. Dibuja un lugar geométrico. 623 ejercicios resueltos. Ed. Garceta 2015

Fernández González, Fernando. *Poliedros.* Dpto. de publicaciones ETSICCP, 1983

Izquierdo Asensi, Fernando. *Geometría Descriptiva.* Ed. Dossat, 1992

Taibo Fernández, Ángel. *Geometría Descriptiva y sus Aplicaciones. Tomos I y II.* Ed. Tebar Flores, 1998

Recursos Web:

Plataforma Moodle

Equipamiento específico:

Laboratorio de BIM-CAD. Biblioteca de la unidad docente de Expresión gráfica de la ETSICCP de Madrid.

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	Apartado 10.1 (1ª) y 10.2	Ejercicios de 10	Estudio y ejercicios de 10.1 (1ª) y 10.2	Estudio y ejercicios de 10.1 (1ª) y 10.2			7 h 45 min
	1 h	1 h	1 h 15 min	4 h 30 min			
2	Temas 1 y 2	Ejercicios de 1, 2 y 10	Estudio y ejercicios de Temas 1 y 2	Estudio y ejercicios de Temas 1 y 2			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
3	Apartados 3.1 y 3.3	Ejercicios de 3	Estudio y ejercicios de 3.1 y 3.3	Estudio y ejercicios de 3.1 y 3.3			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
4	Apartado 4.1 y 4.3	Ejercicios de 4	Estudio y ejercicios de tema 4.1 y 4.3	Estudio y ejercicios de tema 4.1 y 4.3			9 h
	30 min	1 h 30 min	2 h 20 min	4 h 40 min			
5	Apartados 4.3 y 10.1 (2ª)	Ejercicios de 4. y 10	Estudio y ejercicios de 4.3 y 10.1 (2ª)	Estudio y ejercicios de 4.3 y 10.1 (2ª)			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
6	Apartados 11.2, 11.3, 12.2 y 12.3	Ejercicios de 11 y 12.	Estudio y ejercicios de 11.2, 11.3, 12.2 y 12.3	Estudio y ejercicios de 11.2, 11.3, 12.2 y 12.3			9 h
	2 h	1 h	1 h 20 min	4 h 40 min			
7	Apartados 11.4, 11.5, 12.4 y 12.5	Ejercicios de 11 y 12.	Estudio y ejercicios de 11.4, 11.5, 12.4 y 12.5	Estudio y ejercicios de 11.4, 11.5, 12.4 y 12.5			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
8	Apartados 3.2, 4.2 y 4.4	Ejercicios de 3 y 4	Estudio y ejercicios de 3.2, 4.2 y 4.4	Estudio y ejercicios de 3.2, 4.2 y 4.4			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
9				Preparación primer control intermedio	Primer control intermedio		11 h 30 min
				7 h 30 min	4 h		

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10	Temas 5 y 6 y apartados 9.1 a 9.4	Ejercicios de Temas 5 y 6	Estudio y ejercicios de Temas 5 y 6 y 9.1 a 9.4	Estudio y ejercicios de Temas 5 y 6 y 9.1 a 9.4			9 h
	2 h	1 h	1 h 20 min	4 h 40 min			
11	Apartados 9.5 a 9.10	Ejercicios de 9	Estudio y ejercicios de 9.5 a 9.10	Estudio y ejercicios de 9.5 a 9.10			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
12	Tema 7	Ejercicios de Tema 7	Estudio y ejercicios de Tema 7	Estudio y ejercicios de Tema 7			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
13	Tema 8	Ejercicios de Tema 8	Estudio y ejercicios de Temas 7 y 8	Estudio y ejercicios de Temas 7 y 8			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
14	Apartados 11.6 y 12.6	Ejercicios de Temas 11 y 12.	Estudio y ejercicios de 11.6 a 12.6	Estudio y ejercicios de 11.6 a 12.6			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
15	Apartados 13.1 a 13.4	Ejercicios de Tema 13	Estudio y Ejercicios 13.1 a 13.4	Estudio y Ejercicios 13.1 a 13.4			9 h
	1 h	1 h	2 h 20 min	4 h 40 min			
16				Preparación segundo control intermedio	Segundo control intermedio		11 h 30 min
				7 h 30 min	4 h		
Hasta el examen				Preparación examen final	Examen final		14 h 15 min
				10 h 15 min	4 h		
Horas	**15 h 30 min**	**14 h 30 min**	**29 h 35 min**	**90 h 25 min**	**12 h**		**162 h**

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

Informática

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001104	6	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Computer Science
Materia	Informática
Departamento	Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil y Naval
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Primer semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	*Correo electrónico*
Juan Viu Sos	Pte.	C	M y X (13:45-16:45)	Torre, 2ª	*juan.viu.sos@upm.es*
Sagrario Lantarón Sánchez	Secr.	A	M, X y J(13:45-15:45)	Torre, 6ª	*sagrario.lantaron@upm.es*
María Isabel Mas	Vocal	B y C	M, X y J (13:45-16:45)	Edificio Retiro	*mariaisabel.mas@upm.es*
José Francisco Gómez García		D	V (14:30-18:30)	Torre, 4ª	*josefrancisco.gomez@upm.es*
Luis Mateo		B y D	X y J (13:30 16:30)	Edificio Retiro	*luis.f.mateo@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
CM13.1	Conocimiento de usuario de los ordenadores y sus sistemas operativos, y capacidad de aplicación de hojas de cálculo, bases de datos, y programas de Matemática computacional
CM13.2	Capacidad de aplicación de entornos de programación a la resolución computacional de problemas de Ingeniería Civil.
CT4	Capacidad de preparar y presentar con efectividad comunicaciones orales, escritas y gráficas.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
CT7	Comprensión y capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación que ofrece Internet, en particular las plataformas telemáticas UPM de apoyo a la docencia.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Resuelve problemas numéricos mediante hojas de cálculo, crea bases de datos, y resuelve problemas analíticos y numéricos mediante programas de Matemática computacional.	CM13.1, CT5
RA2	Programa la resolución computacional de problemas matemáticos.	CM13.2
RA3	Prepara y presenta exposiciones orales y escritas.	CT4
RA4	Utiliza eficazmente los servicios de información y comunicación de Internet y las plataformas telemáticas UPM de apoyo a la docencia.	CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Conoce el manejo de un sistema operativo	RA1 y RA4
IL2	Sí	Extrae información de una Hoja de Cálculo.	RA1 y RA4
IL3	Sí	Resuelve problemas numéricos en un Entorno de Programación.	RA1, RA2 y RA4
IL4	Sí	Realiza gráficos computacionales para presentar resultados e informes técnicos.	RA3 y 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. Controles parciales **50% + 50%**

Descripción. Se realizarán dos exámenes durante el curso. El primer control consiste en la realización de varios ejercicios en papel y/u ordenador relativos al temario impartido hasta ese momento. El peso del primer control sobre la nota final será del 50%. El segundo control consiste en la realización de varios ejercicios en papel y/u ordenador relativos al temario impartido hasta ese momento, tendrá un peso del 50% sobre la nota final. La valoración de cada ejercicio se indicará en la convocatoria de examen.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10 puntos. En la primera prueba habrá un ejercicio básico en el que será necesario sacar una nota mínima para poder evaluar el resto del examen y, por lo tanto, para poder acceder a la evaluación progresiva de la asignatura.

Además, para compensar la nota de cada una de estas pruebas con la del resto se debe obtener una calificación mínima de 3 puntos, en cada una de ellas.

Momento y lugar: Lo 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	**100%**

Descripción.

Los alumnos que no hayan obtenido las calificaciones mínimas exigidas en PE1, no hayan obtenido una media ponderada superior o igual a cinco puntos en estas pruebas, o que prefieran acogerse a esta opción, realizarán una serie de ejercicios en papel y una serie de ejercicios a desarrollar en el ordenador relativos a todo el temario impartido.

Criterios de calificación.

Cada ejercicio se valorará de 0 a 10 puntos. El peso de la parte de ordenador y de la parte escrita se indicará en la convocatoria de examen.

Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación progresiva.

La calificación final será la media de los resultados de cada prueba de evaluación ponderados por su correspondiente peso, siempre que se haya alcanzado en cada prueba la nota mínima exigida. Concretamente, la calificación final estará compuesta por el 50% de la calificación obtenida en el primer examen de PE1 (con nota mínima de 3 puntos) y el 50% de la nota obtenida en el segundo control de PE1 (con nota mínima de 3 puntos). Los alumnos que obtengan una calificación igual o superior a cinco puntos mediante el cálculo anterior aprobarán la asignatura sin tener que realizar la prueba PE2.

Los alumnos que no cumplan cualquiera de las condiciones anteriores, se presentarán a PE2 obteniendo el 100% de su calificación. Los alumnos que obtengan una calificación igual o superior a cinco puntos aprobarán la asignatura. Los alumnos suspensos deberán presentarse al examen extraordinario de la asignatura.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Consiste en un examen, formado por varias preguntas relativas a cualquier parte del contenido de la asignatura. Coincide con lo descrito en PE2

Criterios de calificación: Los descritos en PE2

Momento y lugar: Lo 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 "sólo prueba final" La calificación final será la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura esta calificación deberá ser igual o superior a 5 puntos	

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Herramientas de Matemática Computacional	
Tema 1. Entorno de Computación **1.1.** Introducción al entorno computacional **1.2.** Tipos de datos **1.3.** Operadores (Aritméticos, relacionales y Lógicos).	IL3
Tema 2. Tablas **2.1.** Generación de vectores y matrices **2.2.** Operaciones con tablas	IL3
Tema 3. Funciones de librería **3.1.** Funciones matemáticas **3.2.** Funciones para descomposición de matrices **3.3.** Funciones para trabajar con polinomios y ecuaciones **3.4.** Funciones lógicas **3.5.** Funciones para cadenas de caracteres	IL3
Tema 4. Programación **4.1.** Bifurcaciones y Bucles **4.2.** Funciones definidas por el usuario **4.3.** Variables locales y globales **4.4.** Entrada y salida de datos. Ficheros	IL3
Tema 5. Tipos de datos avanzados **5.1.** Cadenas de caracteres **5.2.** Hipermatrices. **5.3.** Estructuras. **5.4.** Matrices de Celdas	IL3
Tema 6. Algorítmica elemental **6.1.** Intercambio de variables **6.2.** Algoritmos de sumación y producto **6.3.** Métodos de ordenación	IL3
Tema 7. Herramientas de Visualización **7.1.** Gráficos bidimensionales **7.2.** Gráficos tridimensionales **7.3.** Técnicas de animación	IL4
Tema 8. Matrices y Sistemas Lineales **8.1.** Normas matriciales **8.2.** Condicionamiento y regularización **8.3.** Método de Gauss con pivote **8.4.** Métodos Iterativos clásicos: Jacobi, Gauss-Seidel y Young	IL3

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
Tema 9. Interpolación y Ajuste de datos. **9.1.** Interpolación de Lagrange. Método de Newton **9.2.** Ajuste polinómico de datos por el método de los mínimos cuadrados **9.3.** Cuadratura numérica: Fórmulas de Newton-Cotes. Reglas de Simpson trapezoidal compuestas. Métodos de Monte Carlo	IL3
Tema 10. Ecuaciones no lineales **10.1.** Métodos iterativos: Iteración de punto fijo. Métodos de Newton y de la secante **10.2.** Métodos basados en intervalos: Método de la bisección de Bolzano y de regula Falsi	IL3
Tema 11. Optimización **11.1.** Método de estimación por puntos **11.2.** Método del gradiente	IL3
Capítulo II. Introducción a hojas de cálculo, bases de datos y otras aplicaciones informáticas	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. Se realizarán en el laboratorio de informática o en la propia aula de clase

Prácticas de laboratorio o de campo:

Se resolverán, mediante el uso del ordenador, variados ejercicios con el apoyo del profesor. Es recomendable que el alumno disponga de un ordenador portátil, con batería suficiente para realizar en el aula de clase las prácticas, aunque prioritariamente se realizarán en aulas especiales con ordenadores instalados.

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas.

Resolverá ejercicios propuestos

Trabajos 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:

Lantarón, S., Programación con MATLAB y Octave para ingeniería y ciencias. Bellisco 2015

Lantarón, S., Llanas, B., *MATLAB y matemática computacional (2ª edición)*, Bellisco, 2011

Varios autores, *MATLAB function reference*, The MATHWORKS, 2009

Etter, D.M., *Solución de Problemas de Ingeniería con MATLAB*, PRENTICE HALL, 1998

Nakamura, S., *Análisis numérico y Visualización gráfica con MATLAB*, PRENTICE HALL, 1997

Bibliografía complementaria:

MEDIAactive. *Aprender Excel 2007 con 100 ejercicios prácticos.* Editorial MARCOMBO, 2009

Pérez, C. *Domine Excel 2007*. RA-MA, 2008

Recursos Web:

Página web del Dpto de Matemáticas e Informática. Moodle

Equipamiento específico:

Laboratorios de Informática del Dpto. de Matemáticas e Informática aplicadas a la Ingeniería Civil y de la ETSICCP

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 10 min		Capítulo II y tema 1. 2 h 10 min	Estudio capit. II y tema 1 4 h 40 min			9 h
2	Tema 2 2 h 10 min		Capítulo II y tema 2 2 h 10 min	Estudio capit. II y tema 2 4 h 40 min			9 h
3	Tema 3 2 h 10 min		Capítulo II (cont.) y tema 3. 2 h 10 min	Estudio capit II (cont.) y tema 3. 4 h 40 min			9 h
4	Tema 4 (parte 1 de 3) 2 h 10 min		Capítulo II y tema 4 (parte 1 de 3) 2 h 10 min	Estudio capit II y tema 4 (parte 1 de 3) 4 h 40 min			9 h
5	Tema 4 (parte 2 de 3) 2 h 10 min		Capítulo II (cont.) y tema 4 (parte 2 de 3) 2 h 10 min	Estudio capit II (cont.) y tema 4 (parte 2 de 3) 4 h 40 min			9 h
6	Tema 4 (parte 3 de 3) 2 h 10 min		Capítulo II y tema 4 (parte 3 de 3) 2 h 10 min	Estudio capit II y tema 4 (parte 3 de 3). 4 h 40 min			9 h
7	Tema 5 2 h 10 min		Capítulo II (cont.) y tema 5. 3 h 50 min	Estudio capit II (cont.) y tema 5. 4 h			10 h
8	Tema 6 3 h 15 min		Capítulo II y tema 6 2 h	Estudio capit II y tema 6 4 h			9 h 15 min
9				Estudio tema 1 a 5 6 h 20 min	Control temas 1 a 5. 2 h 10 min		8 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 7 (parte 1 de 2) 2 h 10 min		Capítulo II y tema 7 (parte 1 de 2). 2 h 10 min	Estudio capít. II y tema 7 (parte 1 de 2). 4 h 40 min			9 h
11	Tema 7 (parte 2 de 2) 2 h 10 min		Capítulo II y tema 7 (parte 2 de 2). 2 h 10 min	Estudio capítulo II y tema 7 (parte 2 de 2). 4 h 40 min			9 h
12	Tema 8 2 h 10 min		Capítulo II y tema 8. 2 h 10 min	Estudio capit. II y tema 8. 4 h 40 min			9 h
13	Tema 9 2 h 10 min		Capítulo II y tema 9. 2 h 10 min	Estudio capít II y tema 9. 6 h 50 min	Pruebas PE1 a definir durante el curso 1 h 05 min		12 h 15 min
14	Tema 10 1 h 05 min		Repaso Capítulo II: Hoja cálculo. Tema 10. 1 h 05 min	Repaso Capítulo II: Hoja cálculo. Estudio Tema 10. 6 h 20 min			8 h 30 min
15	Tema 11 2 h 10 min		Tema 11 1 h 05 min	Repaso Capítulo II: Hoja cálculo. Estudio Tema 11. 6 h 30 min			9 h 45 min
16	Repaso temas 6 a 11 2 h 10 min			Estudio temas 6 y 11. 6 h 40 min	Control Temas 6 a 11. 2 h 10 min		11 h
Hasta el examen				Preparación del examen final 9 h 15 min	Examen final 2 h 30 min		11 h 45 min
Horas	**32 h 30 min**		**29 h 40 min**	**91 h 55 min**	**7 h 55 min**		**162 h**

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

Segundo Semestre

Cálculo II

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001106	6	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Calculus II
Materia	Matemáticas
Departamento	Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil y Oceánica
Web asignatura	
Periodo impartición	Segundo semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Mª Dolores López González	Vocal	Todos	L,M,X,J (13:30- 15:45)	Torre, 6ª	*marilo.lopez@upm.es*
Luis Maire	Pte.	Todos	M, X, J(13:45- 15:00)	Torre, 2ª	*luis.maire@upm.es*
David González Álvaro		Todos	L,M,X,J (13:45- 15:00)	Torre, 2ª	*david.gonzalez.alvaro@upm.es*
Susana Merchan		Todos	L,M,X,J (13:45- 15:00)	Torre, 2ª	*susana.merchan@upm.es*
Fabio Pizzichillo	Secretario	Todos	L,M,X,J (13:45- 15:00)	Torre 2ª	*fabio.pizzichillo@upm.es*

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Cálculo I, Álgebra

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

El plan de estudios Grado en Ingenieria Civil y Territorial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM11.1 (parcial)	Capacidad de aplicación de recursos de geometría diferencial, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales para la resolución de problemas de ingeniería formulados matemáticamente en contextos bien delimitados.
CM11.2 (parcial)	Capacidad de selección óptima de recursos de geometría diferencial, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales para la resolución de problemas de ingeniería civil formulados matemáticamente en contextos bien delimitados.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Resuelve problemas monográficos de geometría diferencial, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería.	CM11.1
RA2	Selecciona recursos y resuelve problemas combinados de geometría diferencial, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería civil.	CM11.2
RA3	Argumenta la resolución de problemas mediante la lógica científica y la metodología científica de las disciplinas empleadas.	CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Calcula correctamente integrales dobles y triples, tanto por iteración como mediante cambios de variable.	RA1, RA2 y RA3
IL2	No	Calcula correctamente integrales de línea y de superficie.	RA1, RA2 y RA3
IL3	No	Resuelve correctamente ecuaciones diferenciales de primer orden así como ecuaciones lineales de orden superior.	RA1, RA2 y RA3
IL4	No	Plantea correctamente las ecuaciones diferenciales ordinarias que modelizan problemas físicos y geométricos sencillos.	RA1, RA2 y 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 control intermedio **50%**

Descripción. Consiste en una prueba formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas 1 y 2 de la asignatura.

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

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

PE2. Segundo control intermedio **50%**

Descripción. Consiste en una prueba formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas 3, 4 y 5 de la asignatura.

Criterios de calificación. El examen se valorará de 0 a 10. Para poder presentarse al segundo control intermedio hay que obtener una nota mayor o igual a 3 en el primer control intermedio (PE1). La calificación del examen será la media aritmética de la calificación de los ejercicios que lo componen.

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
PE3. Examen final	**100%**

Descripción. Consiste en una prueba formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a cualquiera de los temas que componen el curso. Estarán obligados a realizar el examen final los alumnos que hayan obtenido una calificación inferior a 3 puntos en alguno de los controles intermedios, o cuya nota media de PE1 y PE2 sea inferior a 5 puntos.

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

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "evaluación continua".

La calificación final será la media de las notas de los dos controles, siempre que se haya obtenido una calificación de 3 o más en cada uno de ellos. En otro caso, la calificación será la obtenida en el examen final. Aprobará la asignatura todo alumno que en un caso u otro obtenga una calificación igual o mayor que 5.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Consistirá en el mismo examen final que se ha indicado para los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: La calificación del examen, de 0 a 10, será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

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 "sólo prueba final" La calificación final será 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
Capítulo I. Cálculo Integral	
Tema 1. Cálculo integral de varias variables **1.1.** Integrales dobles **1.2.** Integrales triples **1.3.** Cambio de variable en las integrales dobles y triples. Coordenadas polares, cilíndricas y esféricas **1.4.** Algunas aplicaciones de las integrales múltiples	IL1
Tema 2. Integral de línea y de superficie **2.1.** Curvas paramétricas **2.2.** Campos escalares y vectoriales. Gradiente, divergencia, rotacional **2.3.** Integrales de línea. Definición y propiedades **2.4.** Superficies paramétricas **2.5.** Integral de superficie. Definición y propiedades	IL2
Tema 3. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden **3.1.** Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales **3.2.** Ecuaciones de variables separadas, ecuaciones lineales, homogéneas, diferenciales exactas **3.3.** Factores integrantes **3.4.** Problema de condiciones iniciales **3.5.** Aplicaciones geométricas y físicas	IL3, IL4
Tema 4. Ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes **4.1.** EDO de orden n con coeficientes constantes. Estructura del espacio de las soluciones. Teorema de existencia y unicidad de la solución **4.2.** Solución general de la ecuación homogénea asociada **4.3.** Solución particular de la ecuación completa: Variación de parámetros (o constantes) y coeficientes indeterminados **4.4.** Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden con coeficientes constantes. Propiedades **4.5.** Resolución matricial y por reducción	IL4, IL6
Tema 5. Ecuaciones diferenciales ordinarias de 2º orden **5.1.** Aplicaciones de las ecuaciones de 2º orden con coeficientes constantes. Movimiento armónico **5.2.** Ecuaciones de 2º orden con coeficientes variables. Ecuación de Cauchy-Euler	IL3, IL4

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. También expondrá e ilustrará los principales métodos de resolución de ecuaciones diferenciales adecuados al nivel de la asignatura

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

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se consideran necesarias prácticas adicionales en esta asignatura

Trabajos autónomos:

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

Trabajos 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

Adaptación de los métodos de enseñanza empleados al formato no presencial

Se trabajará con los alumnos a través de la plataforma Moodle. Se pondrán a su disposición vídeos con los contenidos del temario, apuntes y ejercicios resueltos de forma secuencial.

Se programarán clases de tutorías por video conferencia cada semana para atender las dudas, así como entregas de tareas a realizar por los estudiantes.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

L. Maire, Cálculo II. Curso práctico de integración multivariable y ecuaciones diferenciales. Garceta. 2022

M. Soler, Cálculo II. Síntesis. 2015

Mardsen, J. E., Tromba, A. J., *Cálculo Vectorial*. Addison-Wesley Iberoamericana, 3ª Ed., 1991

Simmons, G. F. *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas*, McGraw-Hill 2ª ed., 2000

Bibliografía complementaria:

Zill, D. G. *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*, International Thomsom Editores, México, 1997

Ferreira de Pablo, R. Rodríguez Salazar, S. Ed. Garceta 2013

Zill, D. G., Cullen, M.R. Matemáticas avanzadas para ingeniería, Vol. 1. Ecuaciones diferenciales. Ed. McGraw-Hill 2006

Recursos Web:

Exámenes resueltos. Plataforma Moodle

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento de Matemáticas 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	Apartados 1.1 y 1.3 (integrales dobles) 2 h 10 min	Ejercicios de integrales dobles 2 h 10 min		Estudio de Integración doble. Ejercicios integración doble. 4 h 40 min			9 h
2	Apartados 1.2 y 1.3 (integrales triples) 3 h 15 min	Ejercicios de integrales triples 1 h 05 min		Estudio de Integración triple. Ejercicios de integración triple. 4 h 40 min			9 h
3	Apartado 1.3 3 h 15 min	Ejercicios de 1.3 1 h 05 min		Estudio de 1.3 y sus ejercicios. 4 h 40 min			9 h
4	Apartado 1.4 2 h 10 min	Ejercicios de 1.4 2 h 10 min		Estudio de 1.4 y sus ejercicios. 4 h 40 min			9 h
5	Apartado 2.1 y 2.2 2 h 10 min	Ejercicios de 2.1 y 2.2 2 h 10 min		Estudio de 2.1 y 2.2 y sus ejercicios. 5 h 10 min			9 h 30 min
6	Apartado 2.3 3 h 15 min	Ejercicios de 2.3 1 h 05 min		Estudio de 2.3 y sus ejercicios. 5 h 40 min			10 h
7	Apartado 2.4 y 2.5 3 h 15 min	Ejercicios de 2.4 y 2.5 1 h 05 min		Estudio de 2.4 y 2.5 y sus ejercicios. 4 h 40 min			9 h
8				Preparación del control intermedio 5 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
9	Apartados 3.1 y 3.2	Ejercicios de 3.1 y 3.2		Estudio de 3.1 y 3.2 y sus ejercicios	Control intermedio Temas 1 y 2		12 h 30 min
	3 h 15 min	1 h 05 min		5 h 40 min	2 h 30 min		
10	Apartado 3.3 y 3.4	Ejercicios de 3.3 y 3.4		Ejercicios de 3.3 y 3.4			7 h 30 min
	1 h 05 min	1 h 05 min		5 h 20 min			
11	Apartado 3.5	Ejercicios de 3.5		Estudio de 3.5 y sus ejercicios.			9 h
	3 h 15 min	1 h 05 min		4 h 40 min			
12	Apartado 4.1 y 4.2	Ejercicios de 4.1 y 4.2		Estudio de 4.1 y 4.2 y sus ejercicios.			7 h 30 min
	1 h 05 min	1 h 05 min		5 h 20 min			
13	Apartado 4.3	Ejercicios de 4.3		Estudio de 4.3 y sus ejercicios.			7 h 30 min
	1 h 05 min	1 h 05 min		5 h 20 min			
14	Apartado 4.4	Ejercicios de 4.4		Estudio de 4.4 y sus ejercicios.			10 h
	3 h 15 min	1 h 05 min		5 h 40 min			
15	Apartado 4.5	Ejercicios de 4.5		Estudio de 4.5 y sus ejercicios.			9 h
	3 h 15 min	1 h 05 min		4 h 40 min			
16	Apartado 5.1	Ejercicios de 5.1		Estudio de 5.1 y sus ejercicios.			10 h
	3 h 15 min	1 h 05 min		5 h 40 min			
17	Apartado 5.2	Ejercicios de 5.2		Preparación control intermedio	2º Control Intermedio		10 h
	1 h 05 min	1 h 05 min		5 h 20 min	2 h 30		
Hasta el examen				Preparación examen final	Examen final		9 h 30 min
				6 h 30 min	3 h		
Horas	**40 h 05 min**	**20 h 35 min**		**93 h 20 min**	**8 h**		**162 h**

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas

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

Diseño Gráfico

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001110	4,5	Científico técnica	Común	Español

Nombre en inglés	Graphic Design
Materia	Diseño Gráfico
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	*http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/imt/Expresion_grafica/UD_EG_Portada.html*
Periodo impartición	Segundo semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Antonio A Arcos Álvarez	Pte	Todos	M(8:30-11:30) X(8:30-11:30)	Seminario 2ª	*antonio.arcos@upm.es*
Miguel Fernández Centeno		Todos	X y J(16:00-19:00)	Seminario 2ª	*miguelangel.fernandez@upm.es*
José Luis Arcos Álvarez		Todos	V (15:30 -19:30)	Seminario 2ª	*joseluis.arcos@upm.es*
Carlos Gordo Monsó		Todos	L(13:30-14:30) V(15:30-20:30)	Seminario 2ª	*carlos.gordom@upm.es*
Salvador Senent Dominguez	Vocal	Todos	L(13:30-14:30) V(15:30-20:30)	Seminario 2ª	*s.senent@upm.es*
Jesús Mª Alonso Trigueros	Secr.	Todos	L (9:30-12:30)	Seminario 2ª	*chus.alonso@upm.es*
Ángela Moreno Bazán		Todos	L(13:30-14:30) V(15:30-20:30)	Seminario 2ª	*angela.moreno@upm.es*
Ángel Eugenio Moya Hernán-Gómez		Todos	L(8:30-11:15) M(8:30-11:15)	Ed. Retiro 2ª Planta	*angeleugenio.moya@upm.es*
Javier Bros Naranjo		Todos	V(15:30-19:30)	Seminario 2ª	*j.bros@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:

Expresión Gráfica

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

El plan de estudios Grado en Ingenieria Civil y Territorial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM12.2	Capacidad de selección y aplicación óptima de las técnicas de representación gráfica basadas en la geometría métrica, la geometría descriptiva y los programas de diseño asistido por ordenador, para la resolución de problemas de ingeniería civil.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Selecciona recursos y resuelve problemas de representación de sólidos, del terreno y de detalles de obras de ingeniería civil mediante técnicas de geometría descriptiva y programas de diseño asistido por ordenador.	CM12.2

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Maneja y aplica el Sistema de Planos Acotados en la representación de figuras planas y sólidos. Calcula verdaderas magnitudes.	RA1
IL2	Sí	Utiliza herramientas de CAD para la representación bidimensional y cálculo de mediciones.	RA1
IL3	Sí	Resuelve correctamente cubiertas.	RA1
IL4	Sí	Interpreta, maneja y resuelve con corrección la documentación gráfica utilizada en la representación del terreno. Manipula con corrección mediante CAD cartografía digitalizada. Digitaliza y geo-referencia planos.	RA1
IL5	Sí	Interpreta, maneja y resuelve con corrección la documentación gráfica utilizada en la representación de obras lineales. Calcula manualmente y mediante procedimientos de CAD volúmenes de movimientos de tierras.	RA1
IL6	No	Es capaz de realizar la documentación gráfica básica de un pequeño trabajo de una obra lineal.	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. Resolución de problemas con ayuda del ordenador	**10%**

Descripción. Consiste en la realización de uno o varios ejercicios en el ordenador relativos al temario de la asignatura impartido hasta ese momento.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10 puntos. La calificación de la prueba será la media aritmética de los ejercicios que la componen.

Momento y lugar: Se realizará en las últimas semanas de clase, y en una fecha prefijada, que se avisará con suficiente antelación en clase y a través de la plataforma Moodle.

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. Asistencia y Participación	**10%**

Descripción. Consiste en la asistencia y en la resolución de ejercicios tanto asistidos por el profesor como de forma individual por cada alumno.

Criterios de calificación. Se valorarán en función del porcentaje de asistencia y de la media aritmética de los ejercicios realizados

Momento y lugar. La asistencia en la propia aula de forma continua y las prácticas asistidas en el aula de exámenes en horario lectivo.

PE3. Prácticas de casa **5%**

Descripción: Consiste en la realización de un conjunto de ejercicios a resolver de forma individual por cada alumno tanto con el empleo del ordenador (CAD), como sin él.

Criterios de calificación. La calificación será la media aritmética de los ejercicios realizados.

Momento y lugar. Los alumnos realizarán los ejercicios de forma flexible y harán una entrega unos días antes del segundo parcial, el momento y lugar exactos de la entrega se avisará con suficiente antelación en clase y a través de la plataforma Moodle.

PE4. Controles intermedios **37,5%+37,5%**

Descripción. Consiste en dos exámenes parciales, con un peso del 40% cada uno, a desarrollar por el alumno de forma individual.

Criterios de calificación. Cada examen parcial se valorará de forma individual de 0 a 10 puntos. La calificación del examen parcial será la media aritmética de los ejercicios que lo componen.

Momento y lugar. En el aula de exámenes en las fechas que determine la Jefatura de Estudios.

PE5. Examen final **75%**

Descripción. Consiste en un examen en el que se plantean varios ejercicios de carácter teórico o práctico relativos a la materia tratada en el curso. Tendrán que realizar este examen los alumnos cuya calificación media ponderada de PE1, PE2, PE3 y PE4 sea inferior a 5.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que la 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.

No obstante, la calificación final de los alumnos de evaluación continua no será inferior a la obtenida en el examen final.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en el mismo examen final que realizan los alumnos que optan por evaluación continua.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que la componen.

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 "sólo prueba final"

La calificación final de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura es necesario que la calificación final sea igual o superior a 5.

7.1. Mediante "evaluación continua"

PE1. Resolución de problemas con ayuda del ordenador (CAD) 0% ó 15%

Descripción: Consiste en la realización de uno o varios ejercicios en el ordenador relativos al temario de la asignatura impartido hasta ese momento de forma telemática. Los alumnos deben enviarlos al profesor utilizando medios telemáticos y en el plazo indicado.

Criterios de calificación: Cada ejercicio 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 medios telemáticos en el plazo que se indique. Estas pruebas han sido realizadas durante las primeras semanas de enseñanza no presencial. También se han publicado las calificaciones.

PE2. Prácticas de clase y de clase "on-line" 0% ó 15%

Descripción: Consiste en la resolución de un ejercicio semanal de forma telemática asistidos telemáticamente por los profesores.

Criterios de calificación. La calificación será la media aritmética de los ejercicios realizados.

Momento y lugar. Los alumnos responderán a los ejercicios usando medios telemáticos en el plazo que se indique. Cuatro de estas pruebas han sido realizadas durante las primeras semanas de enseñanza presencial. El resto se realizarán todos los martes lectivos a partir del 21 de abril incluido, en horario de clase (común a todos los grupos) y siempre que no se vea impedido por la realización de exámenes parciales de otras asignaturas.

PE3. Prácticas de casa 0% ó 10%

Descripción: Consiste en la realización de un conjunto de ejercicios a resolver de forma individual por cada alumno tanto con el empleo del ordenador (CAD), como sin él. El alumno dispone de foros en Moodle para tutorizar esta actividad.

Criterios de calificación. La calificación será la media aritmética de los ejercicios realizados.

Momento y lugar. Los alumnos realizarán los ejercicios de forma flexible y harán una entrega telemática de los mismos cuyo plazo finalizará el 22 de mayo.

PE4. Examen final 60% ó 100%

Descripción: Constará de varios ejercicios de carácter práctico, correspondientes a la materia tratada en el curso.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios del examen.

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 deben entregar 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

La calificación final será la mayor de las dos siguientes:

- La media ponderada de PE1 (15%), PE2 (15%), PE3 (10%) y PE4(60%).
- El resultado de PE4 (100%)

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

7.2. Mediante "sólo 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

Descripción. Consiste en el mismo examen final que realizan los alumnos que optan por evaluación continua.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios del examen.

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 deben entregar sus 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
Capítulo I. Instrumentalización del sistema de planos acotados	
Tema 1. Introducción. Puntos, rectas y planos **1.1.** Fundamentos del sistema de Planos Acotados **1.2.** Representación de puntos, rectas y planos. Pendiente y módulo de una recta y de un plano. Casuística **1.3.** Pertenencia entre puntos, rectas y planos	IL1
Tema 2. Intersecciones **2.1.** Rectas que se cortan y rectas que se cruzan **2.2.** Intersección de rectas y planos **2.3.** Intersección de planos. Casuísticas	IL1
Tema 3. Abatimientos **3.1.** Procedimiento general. Casuística **3.2.** Proyecciones de figuras planas **3.3.** Proyección de la circunferencia **3.4.** Verdaderas magnitudes	IL1
Tema 4. Paralelismo y perpendicularidad **4.1.** Paralelismo de rectas, planos y de ambos entre si **4.2.** Rectas perpendiculares a un plano. Planos perpendiculares a una recta. Planos perpendiculares entre si. Plano perpendicular a otro, conteniendo a una recta	IL1
Tema 5. Problemas métricos **5.1.** Distancias. Distancia entre rectas paralelas y entre rectas que se cruzan. Distancia de un punto a un plano, distancia de una recta a un plano paralelo. Distancia entre planos paralelos **5.2.** Triedros. Concepto de ángulo poliedro. Medición de las caras y diedros de un triedro. Construcción de triedros	IL1

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
Tema 6. Representación del terreno. Elementos y formas topográficas **6.1.** Altimetría. Curvas de nivel y formas topográficas. Planos altimétricos. Perfiles. Pendientes, etc **6.2.** Planimetría. Georeferenciación de planos. Coordenadas UTM. Planos parcelarios **6.3.** Planos taquimétricos	IL4
Capítulo II. Aplicaciones del sistema de planos acotados	
Tema 7. Aplicación a cubiertas. Elementos y tipología. Resolución de cubiertas **7.1.** Vértices, limas y faldones. Tipología de cubiertas **7.2.** Cubiertas de faldones planos. Resolución de casos **7.3.** Cubiertas constituidas por superficies regladas desarrollables y/o alabeadas. Resolución de casos	IL3
Tema 8. Aplicación a excavaciones y plataformas **8.1.** Conceptos de desmontes y terraplenes. Definiciones geométricas de los mismos **8.2.** Representación de explanaciones y plataformas **8.3.** Acuerdos cilíndricos y cónicos entre planos. Elementos fundamentales en los acuerdos **8.4.** Mediciones	IL5,IL2
Tema 9. Aplicación a obras lineales: viales. carreteras, vías férreas y canales **9.1.** Alineaciones en planta. Definición geométrica del eje. Plano de planta. Desmontes y terraplenes. Línea de paso. Cunetas y otras obras de drenaje longitudinal y transversal. Bermas **9.2.** Peraltes **9.3.** Alineaciones en alzado. Rasantes en pendiente y rampa, acuerdos verticales. Perfil longitudinal, “guitarra”. Disposición de pasos elevados y túneles **9.4.** Perfiles transversales. Criterios para mediciones de movimientos de tierras. **9.5.** Detalles constructivos: sobre pasos elevados, emboquillados de túneles, obras de drenaje	IL5,IL2
Tema 10. Aplicación a presas **10.1.** Tipología y morfología. Nomenclatura de elementos **10.2.** Excavaciones de cimentación **10.3.** Mediciones de embalses y cuerpo de presas **10.4.** Detalles constructivos	IL5,IL2
Tema 11. Aplicación a puertos **11.1.** Morfología general. Ejemplos. Nomenclatura de elementos **11.2.** Diques de abrigo. Muelles. Dragado y sistemas de cimentación. Representación geométrica **11.3.** Mediciones de diques de abrigo **11.4.** Detalles constructivos	IL5,IL2

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
Tema 12. Aplicación a estratigrafía **12.1.** Conceptos. Elementos estratigráficos: líneas de afloramiento, fallas, buzamiento, orientación… **12.2.** Cortes estratigráficos **12.3.** Excavaciones en terrenos con estratigrafía variable **12.4.** Mediciones.	IL5,IL2
Tema 13. Espacios modelo y papel. Ordenes de Dibujo y Edición (C.A.D.) **13.1.** Introducción. El interface del sistema **13.2.** Herramientas de dibujo, edición y referencia a objetos **13.3.** Los espacios modelo y papel. Ventanas gráficas. Escalado de planos	IL5,IL2
Tema 14. Textos y acotación **14.1.** Generación de textos. Estilos de texto. Justificación de textos **14.2.** Estilos de acotación. Acotación en línea base y en serie. Acotación con directriz **14.3.** Escalado de cotas en presentaciones.	IL5,IL2
Tema 15. Bloques. Atributos. Referencias externas **15.1.** Concepto de bloque. Generación de bloque. Inserción **15.2.** Concepto de atributo. Identificadores. Generación de bloques con atributos **15.3.** Referencias externas. Inserción. Efectos de modificación de referencias externas	IL5,IL2
Tema 16. Digitalización de planos **16.1.** Concepto y procedimientos de digitalización **16.2.** Manipulación de topografía digitalizada. Georeferencias, escalas	IL2,IL4, IL5,IL6
Tema 17. Trazado **17.1.** Impresión y ploteado de planos **17.2.** Escalas de impresión	IL2,IL4, IL5,IL6

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor desarrollará los contenidos teóricos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. También expondrá e ilustrará, con apoyo de material multimedia, los procesos constructivos de algunos tipos de obras para facilitar la comprensión de distintos temas de la asignatura a nivel descriptivo, fundamentalmente los comprendidos entre los temas 6 a 10, ambos inclusive

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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

El alumno debe disponer de un ordenador portátil, con batería suficiente para realizar en el aula de clase las prácticas de CAD: No obstante, si no fuese posible realizarlas en la propia aula de clase, las clases correspondientes a CAD se desarrollaran en un aula específica equipada con equipos informáticos.

Trabajo autónomo:

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

Trabajo en grupo:

Se podrán proponer trabajos específicos para grupos pequeños (dos – tres), aunque este tipo de trabajos serán de ejecución voluntaria. Se tratar de alcanzar el índice de logro IL6. La valoración de estos trabajos voluntarios se acumulará al obtenido en las pruebas denominadas PE2 con un peso a determinar en cada caso

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Gordo, C. Arcos, A., García, J.L. "*Sistema de Planos Acotados en Ingeniería Civil*". Ed. Garceta, 2020

Arcos, A., Alonso J.M. Senent, S., Fernández, M.A., Gordo, C. Arcos, J.L,.Moreno, A. *Cuaderno de Ejercicios de Diseño Gráfico. Curso 2023-24*,. Ed. Garceta Madrid 2023.

González Gámez, F. *Sistema de Planos Acotados*, Servicio de publicaciones de la ETSICCP, Madrid

Bibliografía complementaria:

Taibo, A. *Geometría Descriptiva*, Tebar, 1998

Izquierdo Asensi, E. *Geometría Descriptiva*, Dossat, Madrid. 2009

Izquierdo Asensi, E. *Geometría Descriptiva superior y aplicada*, Dossat, Madrid, 2009

Recursos Web:

Plataforma Moodle

y canal youtube (*https://www.youtube.com/channel/UCWmHDM_aDtjXdm7AAqVOwYQ/videos*)

Página web de la asignatura: http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/

imt/Expresion_grafica/UD_EG_Portada.html

Equipamiento específico:

Laboratorio de CAD y BIM. Biblioteca de la Unidad de docencia de Expresión Gráfica de la ETSICCP de Madrid

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 13 y 14 (CAD) 3 h 15 min	Estudio y ejercicios de temas 13 y 14 3 h			6 h 15 min
2			Tema 14 y 15 (CAD) 3 h 15 min	Estudio y ejercicios de temas 14 y 15 3 h			6 h 15 min
3			Temas 6, 16 y 17 (CAD) 3 h 15 min	Estudio y ejercicios de temas 6, 16 y 17 3 h			6 h 15 min
4	Apartados1.1, 1.2, 1.3 y 2.1 1 h	Ejercicios de 1.1, 1.2, 1.3 y 2.1 1 h	Práctica de 1.1, 1.2, 1.3 y 2.1 1 h 15 min	Estudio y ejercicios de 1.1, 1.2, 1.3 y 2.1 3 h			6 h 15 min
5	Apartados 2.2, 2.3, Temas 3 y 4 1 h	Ejercicios de 2.2, 2.3 y de temas 3 y 4. 1 h	Práctica de 2.2, 2.3 y de temas 3 y 4. 1 h 15 min	Estudio y ejercicios del 2.2, 2.3 y de temas 3 y 4. 3 h			6 h 15 min
6	Tema 5. 1 h	Ejercicios de tema 5 1 h	Práctica de tema 5 1 h 15 min	Estudio y ejercicios del tema 5 3 h			6 h 15 min
7	Tema 7 1 h	Ejercicios de tema 7 1 h	Práctica de tema 7 1 h 15 min	Estudio y ejercicios del tema 7 3 h			6 h 15 min
8	Tema 6 y Tema 8, Apartados 8.1 y 8.2 1 h	Ejercicios de 8.1 y 8.2 1 h	Práctica de 8.1 y 8.2 1 h 15 min	Estudio y ejercicios del tema 8 ,8.1 y 8.2 3 h			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
9				Preparación del examen parcial	1º Exam. parcial		8 h
				5 h	3		
10	Tema 8, Apartados 8.3 y 8.4	Ejercicios de 8.3 y 8.4	Práctica de 8.3 y 8.4	Estudio y ejercicios del tema 8, 8.3 y 8.4			6 h 15 min
	1 h	1 h	1 h 15 min	3 h			
11	Tema 9. Apartado 9.1	Ejercicios de 9.1	Práctica de 9.1	Ejercicios de 9.1			6 h 15 min
	1 h	1 h	1 h 15 min	3 h			
12	Tema 9. Apartado 9.2, 9.3 (1ª parte)	Ejercicios de 9.2, 9.3 (1ª parte)	Práctica de 9.2, 9.3 (1ª parte)	Ejercicios de 9.2, 9.3 (1ª)			5 h
	1 h	1 h	1 h 15 min	3 h			
13	Tema 9. Apartado 9.3 (2ª parte) y 9.4	Ejercicios de 9.3 (2ª parte) y 9.4	Práctica de 9.3 (2ª parte) y 9.4	Ejercicios de 9.3 (2ª) y 9.4			6 h 15 min
	1 h	1 h	1 h 15 min	3 h			
14	Tema 9. Apartado 9.5	Ejercicios de 9.5	Práctica de 9.5	Completar ejercicios del tema 9			6 h 15 min
	1 h	1 h	1 h 15 min	3 h			
15	Tema 10 y 11	Ejercicios tema 10 y 11	Práctica 10 y 11	Completar ejercicios de temas 10 y 11			6 h 15 min
	1 h	1 h	1 h 15 min	3 h			
16	Tema 11 (cont.) y 12	Ejercicios tema 11 (cont.) y 12	Práctica tema 11 (cont.) y 12	Completar ejercicios de tema 11 y 12			6 h 15 min
	1 h	1 h	1 h 15 min	3 h			
17				Preparación 2º parcial	2º Exam. Parcial		7 h
				4 h	3 h		
Hasta el examen				Preparación del examen	Examen final		12 h 45 min
				8 h	4 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
Horas	**12 h**	**12 h**	**24 h 45 min**	**62 h**	**10 h 15 min**		**121 h**

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

2 Las clases de CAD se realizarán en el aula de clase. Los alumnos deben aportar su propio ordenador portátil.

Estadística y Optimización

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001107	6	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Statistics and Optimization
Materia	Matemáticas
Departamento	Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil y Oceánica
Web asignatura	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Periodo impartición	Segundo semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Dionisio Pérez Esteban	Pte.	D	L (11:00-13:30) M (09:30-11:00) J (10:00-12:00)	4ª planta	*dionisio.perez@upm.es*
José Javier Muruzábal	Secr	A y C	L (10:00-12:00) X (10:00-14:00)	6ª planta	*josejavier.muruzabal@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:

Cálculo I

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

El plan de estudios Grado en Ingeniería Civil y Territorial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM11.1 (parcial)	Capacidad de aplicación de recursos de Estadística y optimización para la resolución de problemas de ingeniería formulados matemáticamente en contextos bien delimitados.
CM11.2 (parcial)	Capacidad de selección óptima de recursos de estadística y optimización para la resolución de problemas de ingeniería civil formulados matemáticamente en contextos bien delimitados.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo

NOTA. Las competencias CM11.1 y CM11.2 lo son para la materia de Matemáticas en su conjunto. Aquí se indica la parte que corresponde a esta asignatura en particular.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Resuelve problemas monográficos de estadística y optimización acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería.	CM11.1
RA2	Selecciona recursos y resuelve problemas combinados de estadística y optimización acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería civil.	CM11.2

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA3	Argumenta la resolución de problemas mediante la lógica científica y la metodología científica de las disciplinas empleadas.	CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los modelos de probabilidad más comunes, sus características y sabe identificar cada situación con el modelo más adecuado.	RA1
IL2	Sí	Identifica y resuelve problemas de contraste de hipótesis e identificación de parámetros a partir de muestras.	RA2
IL3	No	Diseña modelos de comportamiento basados en un análisis de regresión a partir de una muestra.	RA1, RA2 y RA3
IL4	No	Conoce las distribuciones de los máximos y mínimos y sabe aplicarlos en problemas prácticos que requieren un margen de seguridad.	RA1 y RA2
IL5	No	Conoce las principales técnicas estadísticas aplicadas al control de calidad.	RA1
IL6	No	Modeliza problemas de distribución e infraestructuras civiles usando la teoría de grafos. Resuelve modelos sencillos mediante técnicas de optimización basadas en programación lineal.	RA1, RA2 y 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. Control intermedio **50%**

Descripción: Estará formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas al contenido de los temas de 1 a 5

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

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios

PE2. Examen final **50%**

Descripción. Constará de dos partes. La primera parte, que sólo deberán realizar los alumnos que hayan obtenido una calificación inferior a 3 en el control intermedio, estará formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas 1 a 5. La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, estará formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico relativas a los temas 6 a 9 de la asignatura.

Criterios de calificación. El examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación de los ejercicios que lo componen. Para los estudiantes que realicen las dos partes, el peso del examen final será del 100% en la calificación final, mientras que para los estudiantes 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 estudiantes). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte

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 que deben realizar los estudiantes que obtuvieron una calificación inferior a 3 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 peso correspondiente. Concretamente:

- Los estudiantes que obtengan 3 ó más puntos en el control intermedio, no se tienen que presentar al examen final completo, y tendrán la calificación ponderada de la siguiente forma: PE2 Control intermedio (50%) y PE3 Segunda parte del examen final (50%).
- Los estudiantes que no hayan alcanzado un 3 en el examen intermedio, tendrán una calificación de la siguiente forma: PE3 Examen completo (100%).

Para superar la asignatura por evaluación continua es necesario presentarse a todas las pruebas de evaluación. Es necesario también alcanzar una media ponderada de 5 ó más puntos.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua

Criterios de calificación: Cada pregunta se valora de 0 a 10. La nota del examen será la media de los ejercicios del mismo.

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, que deberá ser mayor o igual a 5 sobre 10 para aprobar la asignatura

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Estadística y Probabilidad	
Tema 1. Estadística descriptiva **1.1.** Finalidad **1.2.** Medidas de centralidad (media, mediana, moda) **1.3.** Medidas de dispersión (varianza, desviación típica, rango) **1.4.** Regresión y correlación lineal	IL1
Tema 2. Combinatoria **2.1.** Permutaciones **2.2.** Variaciones **2.3.** Combinaciones	IL1
Tema 3. Sucesos y Probabilidad **3.1.** Álgebra de sucesos **3.2.** Propiedades y axiomas **3.3.** Probabilidad condicionada **3.4.** Teorema de Bayes y de la Probabilidad Total **3.5.** Independencia de sucesos	IL1
Tema 4. Variables aleatorias de una y dos dimensiones **4.1.** Variables discretas/contínuas **4.2.** Función de distribución **4.3.** Funciones de cuantía/densidad **4.4.** Momentos. Esperanza, varianza y covarianza **4.5.** Desigualdades de Markov y Tchebycheff **4.6.** Función generatriz de momentos **4.7.** Función característica	IL1
Tema 5. Modelos de probabilidad más habituales **5.1.** Discretos (Uniforme, Bernoulli, Binomial, Geométrico, Poisson) **5.2.** Continuos (Uniforme, Exponencial, Normal) **5.3.** Teorema del Límite Central	
Tema 6. Teoría de muestras **6.1.** Muestra aleatoria simple **6.2.** Distribuciones de probabilidad comúnmente asociadas a la teoría de muestras (Normal, χ_n^2 de Pearson, t_n de Student, $F_{n,m}$, de Fisher) **6.3.** Estadísticos muestrales y sus propiedades	IL2
Tema 7. Estimación puntual **7.1.** Estimadores: Definición, error y propiedades básicas (sesgo y consistencia) **7.2.** Construcción de estimadores (método de la máxima verosimilitud y método de los momentos).	IL2
Tema 8. Estimación por intervalos de confianza	IL2
Tema 9. Contraste de hipótesis. Regiones críticas **9.1.** Contrastes basados en las propiedades de los estadísticos muestrales **9.2.** Test Chi-cuadrado **9.3.** Test de las rachas	IL2
Tema 10. Optimización	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. También expondrá e ilustrará los principales métodos en estadística adecuados al nivel de la asignatura.

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, en las que 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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Periódicamente, y si las infraestructuras lo permiten se harán prácticas adicionales usando el programa EXCEL

Trabajo autónomo:

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

Trabajo en grupo:

El alumno tendrá que asociarse para completar los trabajos propuestos a lo largo del curso para su evaluación

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

De La Horra, Julián, Estadística Aplicada, Ed. Díaz de Santos, 2003.

Muruzábal, J.J., Elementos de estadística aplicada. Cálculo de probabilidades y teoría de variable aleatoria, Serv. Publicaciones, Colegio de ICCP; Madrid, 2008.

Muruzábal, J.J.,Elementos de estadística aplicada. Teoría de muestras e inferencia estadística, Serv. Publicaciones, Colegio de ICCP; Madrid, 2008.

Álvarez Contreras, Sixto Jesús, Estadística Aplicada. Teoría y problemas. GLAG, S.A., 2011

Bibliografía complementaria:

Martín Pliego, F.J., Ruiz-Maya, L, Estadística I: Probabilidad, Editorial AC, 1995.

Pérez, C.; Estadística Aplicada a través de Excel; Prentice Hall, 2002.

Strang, G., Álgebra lineal y sus aplicaciones (2007)

Martín Pliego, F.J., Ruiz-Maya, L. Fundamentos de inferencia estadística; Editorial AC , 2000

Ross, S.; (1987) Introduction to probability and statistics for engineers and Scientists, Wiley.

Johnson, R.A., Probabilidad y estadística para ingenieros de Miller y Freud, Prentice Hall, 1997.

Alfonso, F.J., García, P.A., Ollero, J.E. (1996), Estadística para Ingenieros. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Montgomery. D.C.(2010) Applied Statistics and Probability for Engineers, wiley

Spiegel R. S. y Stephens L.J. (2010) Estadística, Shaum-McGraw Hill

Palomo, J.G., Ruiz, J.J., Sánchez Naranjo M.J., Sánchez R., Morcillo I (2000), Problemas resueltos de Estadística. Ed Síntesis Madrid

Cordero, M., Olarrea J. Estadística (45 problemas útiles) 2007. García-Maroto Editores.

R. E. Walpole y R.H. Myers (1999), Probabilidad y estadística para ingenieros, Prentice-Hall.

Recursos Web:

Aplicación en Moodle

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento de Matemáticas 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	Tema 1 3 h 15 min	Ejercicios tema 1 1 h 05 min		Estudio tema 1 5 h 25 min			9 h 45 min
2	Tema 1 (cont.) 2 h 10 min	Ejercicios tema 1 (cont.) 2 h 10 min		Estudio tema 1 (cont.) 5 h 25 min			9 h 45 min
3	Tema 2 3 h 15 min	Ejercicios tema 2 1 h 05 min		Estudio tema 2 5 h 25 min			9 h 45 min
4	Tema 2 (cont.) 3 h 15 min	Ejercicios temas 2 (cont.) 1 h 05 min		Estudio temas 2 (cont.) y 3 5 h 25 min			9 h 45 min
5	Temas 2 y 3 2 h 10 min	Ejercicios temas 2 (cont.) y 3 2 h 10 min		Estudio tema 3 5 h 25 min			9 h 45 min
6	Tema 3 (cont.) 3 h 15 min	Ejercicios tema 3 (cont.) 1 h 05 min		Estudio tema 4 5 h 25 min			9 h 45 min
7	Tema 3 (cont.) 2 h 10 min	Ejercicios tema 3 (cont.) 2 h 10 min		Estudio tema 4 (cont.) 5 h 25 min			9 h 45 min
8	Tema 4 3 h 15 min	Ejercicios tema 4 1 h 05 min		Estudio temas 5 (cont.) 5 h 25 min			9 h 45 min
9							
10	Tema 5 1 h 05 min	Ejercicios tema 5 1 h 05 min		Estudio tema 5 (cont.) y Preparación del control intermedio 11 h 05 min	Control intermedio 3 h		16 h 15 min
11	Temas 5 (cont.) y 6 3 h 15 min	Ejercicios tema 5 (cont.) 1 h 05 min		Estudio tema 5 (cont.) 5 h 25 min			9 h 45 min
12	Tema 6 (cont.) 2 h 10 min	Ejercicios tema 6 1 h 05 min		Estudio tema 6 5 h 15 min			8 h 30 min
13	Tema 7 1 h 05 min	Ejercicios tema 7 1 h 05 min		Estudio temas 6 y 7 5 h 05 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
14	Temas 7 (cont.) y 8 2 h 10 min	Ejercicios temas 7 (cont.) y 8 1 h 05 min		Estudio tema 7 5 h 15 min			8 h 30 min
15	Tema 8 (cont.) 2 h 10 min	Ejercicios tema 8 (cont.) 2 h 10 min		Estudio tema 7 y 8 5 h 25 min			9 h 45 min
16	Tema 9 2 h 10 min	Ejercicios tema 9 1 h y 05 min		Estudio tema 9 4 h 15 min			7 h 30 min
17	Tema 9 (cont.) 2 h 10 min	Ejercicios tema 9 (cont.) 1 h y 05 min		Estudio tema 9 4 h 15 min			7 h 30 min
Hasta el examen				Preparación del examen final 6 h	Examen final 3 h		9 h
Horas	**34 h 40 min**	**29 h 30 min**		**91 h 50 min**	**6 h**		**162 h**

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

Física

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001108	9	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Physics
Materia	Física
Departamento	Ciencia de Materiales
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Segundo semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Francisco Javier Rojo Pérez	Pte.	A	L(11:30 - 13:30); M(10:00 -12:00); X(15:00 -17:00)	Lº Física	*fj.rojo@upm.es*
José Ygnacio Pastor Caño		Todos	M(9:00 - 15:00)	Lº Física	*jy.pastor@upm.es*
Jesús Ruiz Hervías		Todos	M y X(12:00 -14:00);	Lº Física	*jesus.ruiz@upm.es*
Carlos D. González Martínez	Secretario	C	M(9:00 -11:00 y 16:00 - 18:00); X(9:00 -11:00)	Lº Física	c.gonzalez@upm.es
David Cendón Franco	Vocal	C	M(16:00 -19:00); J(16:00 -19:00);	Lº Física	*david.cendon.franco@upm.es*
Javier Segurado Escudero		C	M(9:00-11:00 Y 16:00-18:00); X(9:00-11:00)	Lº Física	*javier.segurado@upm.es*
José Raúl Rodríguez Rodrigo		B	L(12:00 - 15:00); M(10:30 - 13:30)	Edif. Retiro	*joseraul.rodriguez@upm.es*
Eloísa López Vázquez		D	L(12:00 - 15:00); M(10:30 - 13:30)	Lº Física	*eloisa.vazquez@upm.es*
Javier Martínez Rodrigo		D	L(12:00 - 15:00); V(10:30 - 13:30)	Lº Física	*javier.martinez@isom.upm.es*
Rafael Daza García		B	L(15:00 - 17:00), M(15:00- 17:00); X(15:00 - 17:00)	Edif. Retiro	*rafael.daza@upm.es*
Andrés Valiente Cancho		Todos	M(13:00 - 14:00 y 16:00 - 18:00) J(9:30 -12:30)	Lº Física	*andres.valiente@upm.es*
Alvaro Ridruejo Rodríguez		Todos	M(11:30-13:30 y 15:30-17:30); X(11:30-13:30)	Lº Física	alvaro.ridruejo@upm.es
Elena Tejado Garrido		Todos	M(15:00- 18:00); J(11:00 - 14:00)	Lº Física	elena.tejado@upm.es
Miguel Angel Martín Rengel		Todos	M (11:00 –14:00); J (11:00-14:00)	Lº Física	mamartin.rengel@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:

Álgebra y geometría analítica; Cálculo I

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

El plan de estudios Grado en Ingenieria Civil y Territorial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM14.1	Comprensión e interiorización de los conceptos básicos y las leyes generales de la Mecánica y el Electromagnetismo, y capacidad de aplicación para la resolución de problemas de Física técnica..
CM14.2	Capacidad de aplicación de las leyes generales de la Mecánica y el Electromagnetismo para la resolución de problemas de Física técnica, con las metodologías de aquellas disciplinas más apropiadas para ingeniería civil
CM 45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo
CT9	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	Resuelve problemas de Física técnica a partir de los conceptos básicos y las leyes generales de la Mecánica y el Electromagnetismo	CM14.1
RA2	Resuelve problemas de Física técnica en Mecánica y Electromagnetismo aplicando las metodologías de las disciplinas más apropiadas para la ingeniería civil	CM14.2, CT5
RA3	Argumenta la resolución de problemas mediante la lógica científica y la metodología de la Física	CT5, CT9
RA4	Aplica métodos de Física experimental relevantes en ingeniería civil	CM 14.2, CM 45
RA5	Cuantifica incertidumbres experimentales	CM 45, CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Resuelve problemas de Física técnica a partir de los conceptos básicos y las leyes generales de la *Mecánica* y *el Electromagnetismo*, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA1 y RA3
IL2	Sí	Resuelve problemas de Física técnica en *Mecánica* y *Electromagnetismo* aplicando las metodologías de las disciplinas más apropiadas para la ingeniería civil, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA2 y RA3
IL3	Sí	Realiza medidas físicas de *Mecánica, Termodinámica, Ondas* y *Electromagnetismo*, las utiliza para calcular magnitudes físicas, y cuantifica su incertidumbre en ambos casos, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA4 y RA5

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 y prácticas de laboratorio **10%**

Descripción. Consiste en el seguimiento de las sesiones de laboratorio y en la resolución de problemas propuestos para ser entregados a través del Aula Virtual (plataforma MOODLE).

Criterios de calificación. Se puntuará de 0 a 10, dependiendo del grado de participación y de la calidad en la realización de los problemas propuestos y de las prácticas de laboratorio.

Momento y lugar. Laboratorio de Física en fechas prefijadas y Aula Virtual (plataforma MOODLE) según unas condiciones y plazos que se anunciarán.

PE2. Prueba intermedia **35%**

Descripción. Consistirá en un examen, a mitad del semestre, con dos partes que el estudiante debe realizar por escrito. La primera parte estará dedicada a la resolución de problemas sobre la materia impartida hasta esa fecha. La segunda parte estará dedicada a los métodos experimentales empleados en las sesiones de laboratorio del período.

Criterios de calificación. Cada una de las dos partes del examen se puntuará por separado de 0 a 10. La primera parte tiene un peso del 20% en la calificación final de la asignatura y la segunda parte tiene un peso del 15%.

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

PE3. Examen final **55%**

Descripción. El examen global abarcará la totalidad de la asignatura y consistirá en ejercicios de aplicación de la teoría explicada en clase y de los métodos experimentales explicados en el laboratorio.

Criterios de calificación. El examen global se puntuará 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 evaluación continua

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

- La puntuación del examen global.
- La media ponderada de las puntuaciones obtenidas por ejercicios de clase y prácticas de laboratorio (10%), prueba intermedia de problemas (20%), prueba intermedia de laboratorio (15%) y examen global (55%).

Para aprobar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5. Ninguna de las calificaciones parciales obtenida en una edición de la asignatura será consolidable para ediciones futuras.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Los exámenes finales ordinario y extraordinario constarán de 4 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 global de evaluación continua son el mismo examen.

Criterios de calificación. Los exámenes finales ordinario y 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. Vectores deslizantes	
1.1. Vector deslizante	IL1
1.2. Momento polar y áxico	IL1
1.3. Sistemas de vectores deslizantes	IL1
1.4. Eje central	IL1
1.5. Equivalencia de sistemas de vectores deslizantes	IL2
1.6. Vectores deslizantes concurrentes, paralelos y coplanarios	IL2
1.7. Reducción de sistemas de vectores deslizantes coplanarios	IL2
Tema 2. Cinemática del punto material	
2.1. Sistemas de referencia. Variables de posición. Descripción del movimiento. Trayectoria y ley horaria	IL1
2.2. El vector velocidad. Componentes rectangulares. Componentes intrínsecas	IL1
2.3. El vector aceleración. Componentes rectangulares. Componentes intrínsecas	IL1
2.4. Movimiento uniforme. Movimiento circular	IL1
2.5. Movimiento uniformemente acelerado. Movimiento oscilatorio armónico	IL2
Tema 3. Principios generales de la Mecánica	
3.1. Origen, transmisión, objetividad y representación matemática de las fuerzas	IL2
3.2. Principio de acción y reacción. Principio de inercia. Ley del movimiento. Masa inerte	IL1
3.3. Ley de gravitación universal. Masa gravitatoria. Campos de fuerza gravitatoria. Relación entre la masa inerte y la masa gravitatoria	IL1
3.4. Fuerzas activas. Fuerzas conservativas. Energía potencial. Campos de fuerza uniformes. Campos de fuerzas centrales	IL2
3.5. Ligaduras. Fuerzas pasivas. Fuerzas de contacto: reacción normal y fuerza de rozamiento. Ley del rozamiento de Coulomb	IL2
Tema 4. Dinámica del punto material	
4.1. Teorema del momento lineal. Movimiento libre. Movimiento con ligaduras	IL1
4.2. Energía cinética. Trabajo y potencia. Teorema de la energía. Conservación de la energía	IL1
4.3. Teorema del momento angular	IL1
4.4. Conservación del momento angular y de la energía bajo campos centrales	IL1
4.5. Conservación del momento angular y de la energía bajo el campo gravitatorio central	IL1
4.6. Trayectoria del movimiento en el campo gravitatorio central.	IL1
4.7. Leyes de Kepler	
Tema 5. Movimientos Compuestos	
5.1. Velocidad de variación de una base ortonormal móvil. Velocidad de variación de magnitudes vectoriales. Velocidad angular	IL2
5.2. Composición de velocidades. Velocidad absoluta y velocidad relativa. Velocidad de arrastre	IL2
5.3. Composición de aceleraciones. Aceleración absoluta y aceleración relativa. Aceleración de arrastre. Aceleración de Coriolis	IL2
5.4. Dinámica en sistemas no inerciales. Ecuación del movimiento en sistemas no inerciales. Movimiento de sistemas inerciales	IL2

Tema 6. Geometría de masas		
6.1.	Centro de masas. Centro de gravedad	IL1
6.2.	Centro de masas de distribuciones compuestas	IL2
6.3.	Centro de masas de distribuciones simétricas	IL2
6.4.	Centro de masas de distribuciones homogéneas. Teoremas de Guldig	IL1
6.5.	Momentos de inercia polar y áxico	IL1
6.6.	Momentos de inercia de distribuciones compuestas	IL2
6.7.	Teoremas de Steiner	IL1
Tema 7. Geometría de masa de áreas planas		
7.1.	Momentos de inercia polar y áxico de un área plana	IL1
7.2.	Producto de inercia de un área plana	IL1
7.3.	Momentos y productos de inercia de un área plana en parejas paralelas de ejes ortogonales	IL1
7.4.	Momentos y productos de inercia de un área plana en parejas giradas de ejes ortogonales	IL2
7.5.	Circunferencia de Mohr	IL2
7.6.	Ejes y momentos principales de inercia.	IL2
Tema 8. Cinemática del movimiento del sólido rígido		
8.1.	Campo de velocidades. Velocidad angular.	IL2
8.2.	Campo de aceleraciones. Aceleración angular	IL2
8.3.	Movimientos de traslación y rotación	IL1
8.4.	Composición de rotaciones	IL2
8.5.	Movimiento plano. Centro instantáneo de rotación	IL2
8.6.	Movimiento plano de sólidos en contacto. Rodadura perfecta y rodadura con deslizamiento	IL2
Tema 9. Dinámica de sistemas		
9.1.	Momento lineal, momento angular y energía cinética de un sistema	IL1
9.2.	Fuerzas interiores y exteriores	IL1
9.3.	Teoremas del momento lineal y angular	IL1
9.4.	Teorema de la energía	IL1
Tema 10. Dinámica del sólido rígido		
10.1.	Momento angular de un sólido rígido en movimiento plano	IL2
10.2.	Teorema del momento angular para sólidos rígidos en movimiento plano	IL2
10.3.	Energía cinética de un sólido rígido en movimiento plano	IL2
10.4.	Equivalencia vectorial en el movimiento plano del sólido rígido	IL2
10.5.	Teoremas del momento lineal, del momento angular y de la energía en el movimiento de traslación del sólido rígido	IL1 IL1
Tema 11. Vibraciones del sólido rígido		
11.1.	Predicción del movimiento mediante el teorema del momento lineal	IL2
11.2.	Predicción del movimiento mediante el teorema del momento angular.	IL2
11.3.	Predicción del movimiento mediante el teorema de la energía	IL2
11.4.	Péndulo físico	IL1
Tema 12. Percusiones del sólido rígido en movimiento plano		
12.1.	Fuerzas percusivas y percusiones	IL1
12.2.	Teoremas de los momentos lineal y angular para sólidos rígidos bajo fuerzas percusivas	IL1 IL1
12.3.	Choques entre sólidos rígidos con y sin ligaduras	IL2
12.4.	Coeficiente de restitución	IL2
12.5.	Choque central entre sólidos rígidos.	IL2

Tema 13. Estática del sólido rígido	
13.1. Condiciones de equilibrio del sólido rígido	IL1
13.2. Condiciones de equilibrio del sólido rígido bajo fuerzas coplanarias	IL1
13.3. Equilibrio del sólido rígido sometido a dos y a tres fuerzas	IL1
13.4. Reacciones de sustentación y de ligaduras internas en sólidos rígidos	IL1
13.5. Estabilidad del sólido rígido frente al vuelco y al deslizamiento	IL2
13.6. Equilibrio de hilos sobre superficies sólidas	IL2
13.7. Estática gráfica	IL2
Tema 14. Introducción a la Mecánica del sólido hookeano	
14.1. Tensiones. Tensiones normales y cortantes. Deformaciones longitudinales, angulares y volúmicas	IL2
14.2. El material hookeano: elasticidad, linealidad e isotropía. Módulo de elasticidad, coeficiente de Poisson y módulo de elasticidad transversal Leyes de Hooke	IL2
14.3. Tracción y compresión simple de sólidos hookeanos	IL2
14.4. Corte simple de sólidos hookeanos	IL2
Tema 15. Electrostática	
15.1. Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Sistemas de carga eléctrica. Campo y potencial eléctricos	IL1
15.2. Teorema de Gauss. Discontinuidades del campo eléctrico. Campo eléctrico de sistemas simétricos de carga	IL1
15.3. Fuerzas coulombianas entre sistemas de cargas. Energía electrostática	IL2
Tema 16. Electrostática en medios materiales: conductores	
16.1. Conductores en equilibrio. Campo eléctrico de cargas y conductores	IL1
16.2. Campo eléctrico de sistemas simétricos de cargas y conductores	IL1
16.3. Fuerza y energía electrostática en sistemas de cargas y conductores	IL2
16.4. Condensadores. Condensador plano, cilíndrico y esférico. Asociación de condensadores	IL2
Tema 17. Electrostática en medios materiales: dieléctricos	
17.1. Dipolo eléctrico. Campo y potencial del dipolo eléctrico. Acciones electrostáticas sobre el dipolo eléctrico	IL1
17.2. Polarización de la materia. Medios dieléctricos	IL1
17.3. Teorema de Gauss en presencia de dieléctricos	IL2
17.4. Campo eléctrico de cargas, conductores y dieléctricos. Condensadores con dieléctrico.	IL2
Tema 18. Magnetostática	
18.1. Dipolo eléctrico. Campo y potencial del dipolo eléctrico. Acciones electrostáticas sobre el dipolo eléctrico	IL1
18.2. Polarización de la materia. Medios dieléctricos	IL1
18.3. Teorema de Gauss en presencia de dieléctricos	IL2
18.4. Campo eléctrico de cargas, conductores y dieléctricos. Condensadores con dieléctrico.	IL2
Tema 19. Magnetostática en medios materiales	
19.1. Dipolo magnético. Campo y potencial del dipolo magnético. Acciones magnéticas sobre el dipolo magnético	IL1
19.2. Imanes. Magnetización de la materia. Medios magnetizables	IL1
19.3. Ley de Ampere en medios magnéticos	IL2
19.4. Campo magnético de corrientes y materiales magnéticos. Solenoides	IL2

Tema 20. Inducción electromagnética

20.1.	Fuerza electromotriz. Fuerza electromotriz de campos magnetostáticos	IL1
20.2.	Generación de fuerza electromotriz alterna	IL1
20.3.	Ley de Faraday. Fuerza electromotriz de campos magnéticos variables	IL1
20.4.	Inducción mutua. Coeficiente de inducción mutua	IL2
20.5.	Autoinducción. Coeficiente de autoinducción.	IL2

Tema 21. Laboratorio de Física

21.1.	Medida de magnitudes mecánicas, térmicas y eléctricas Acotación de errores de resolución y de errores estadísticos en la medida de magnitudes.	IL1
	Acotación de errores de magnitudes calculadas. Ajuste experimental de relaciones de dependencia entre magnitudes.	IL3
21.2.	Medida de longitudes con instrumentos basados en nonius y en tornillos micrométricos. Medida de masas con balanzas mecánicas y electrónicas. Determinación de densidades con medidas de longitudes y masas. Determinación de densidades con medidas de fuerzas.	IL3

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, e incluso podrá serlo la resolución cuando se trate de problemas extraídos de la bibliografía recomendada.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Las prácticas de laboratorio serán realizadas por los estudiantes en pareja con ayuda del profesor, tras una sucinta explicación de su fundamento, finalidad y metodología por parte de éste. Cada pareja de estudiantes dispondrá de un protocolo de la práctica que deberá cumplimentar y entregar al profesor, dejando constancia de la secuencia de los resultados obtenidos mediante medidas y cálculos hasta llegar al resultado final.

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:

Las prácticas de laboratorio se realizan por parejas

Tutorías

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

Si fuera imprescindible, estos métodos se adaptarán a los medios de enseñanza telemática disponibles en la UPM.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

F. Beer y P. Johnson, *Mecánica vectorial para ingenieros*, MacGraw-Hill.

Tipler, P. y Mosca, G. *Física para la ciencia y la tecnología II (Electricidad y Magnetismo)*, Everest, 2010.

M. Alonso y E. J. Finn, Física, Vol 2: *Campos y Ondas*, Alhambra Mexicana, 1999.

Valiente, A. *Física para Ingeniería Civil: Mecánica,* García-Maroto Editores, 2018.

Valiente, A. *Estática (51 problemas útiles),* García-Maroto Editores, 2010 (1ª ed), 2015 (2ª ed.), 2019 (3ª ed)

Valiente, A. *Dinámica (51 problemas útiles),* García-Maroto Editores, 2011 (1ª ed), 2013 (2ª ed.), 2019 (3ª ed)

Valiente, A *Electromagnetismo (51 problemas útiles),* García-Maroto Editores, 2014.

Bibliografía complementaria:

Valiente, A. *Vectores deslizantes: teoría y problemas*, García-Maroto Editores, 2012.

Valiente, A. *Introducción a la Elasticidad: teoría y problemas,* García-Maroto Editores, 2013.

Valiente, A. *Mecánica de movimientos compuestos: teoría y problemas*, Garcia- Maroto Editores, 2018

M. Alonso y E. J. Finn, Física, Vol 1: *Mecánica*, Alhambra Mexicana, 1999.

V. Alcober y P. Mareca, *Electricidad y Magnetismo (100 problemas útiles)*, García-Maroto Editores, 2011

Irodov, I. E. *Problemas de Física General*, Mir, 1985

Recursos Web:

moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/

www.upm.es/institucional/UPM/Biblioteca/RecursosInformacion → Ingebook

Equipamiento específico:

Instalaciones, equipos y material de laboratorio de Física

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 5 h 25 min	Tema 1 1 h 05 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
2	Temas 2 y 3 4 h 20 min	Tema 2 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
3	Tema 4 4 h 20 min	Tema 4 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
4	Tema 5 4 h 20 min	Temas 4 y 5 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
5	Temas 6 y 7 5 h 25 min	Tema 6 1 h 05 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
6	Temas 8 y 9 4 h 20 min	Temas 6 y 7 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
7	Tema 10 y 11 4 h 20 min	Temas 9 y 10 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
8	Tema 12 3 h 15 min	Temas 11 y 12 3 h 15 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
9				Estudio personal y preparación prueba 8 h	Prueba intermedia (temas 1 a 12, y laboratorio 1) 3 h		11 h
10	Temas 12 y 13 5 h 25 min	Tema 12 1 h 05 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
11	Temas 13 y 14 4 h 20 min	Tema 13 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
12	Temas 14 y 15 4 h 20 min	Temas 14 y 15 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 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	Temas 15 y 16 5 h 25 min	Tema 15 1 h 05 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
14	Temas 17 y 18 4 h 20 min	Temas 16 y 17 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
15	Temas 18 y 19 4 h 20 min	Tema 18 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
16	Temas 19 y 20 4 h 20 min	Temas 19 y 20 2 h 10 min		Estudio personal 7,5 h			14 h
Fuera del Horario			3 prácticas de 2 h cada una 6 h	Elaboración de resultados de prácticas 4,5 h			10,5 h
Hasta el examen				Preparación del examen final 8,5 h	Examen final 3 h		11,5 h
Horas	**67,2 h**	**30,3 h**	**6 h**	**133,5 h**	**6 h**		**243 h**

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

2. Las clases de laboratorio se realizarán en grupos pequeños. Cada alumno realizará 3 sesiones de 2 h cada una, fuera del horario ordinario de clases. La elaboración y presentación de resultados se realizará por parejas de alumnos a continuación de la .práctica en el propio laboratorio.

Química de Materiales

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001109	4,5	Común de ing. civil	Común	Español

Nombre en inglés	Chemistry of Materials
Materia	Química de Medios Materiales
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción
Web asignatura	
Periodo impartición	Segundo semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Amparo Moragues Terrades	Pte.	C	M y X (11-14)	Sótano 1, Lab. Química	*amparo.moragues@upm.es*
Antonia Martín Sanz		B	L (15-18); X (12-15)	Sótano 1, Lab. Física	*a.martin@upm.es*
Mª Jesús Rubio Encinas	Sect	A	J y V (15:00-18:00)	Torre, 7ª	*mariajesus.rubio@upm.es*
Miguel A. de la Rubia López		A	M, X y J (10,30 - 12,30h)	Torre, 3ª	*miguelangel.rubia@upm.es*
Cristina Argiz Lucio	Voc.	D	M y J y (10-14)	Sótano 1, Lab. Química	*cg.argiz@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
CM 18.1 (parcial)	Conocimiento teórico y práctico de las propiedades químicas, físicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales más utilizados en construcción.
CM18.3 (parcial)	Comprensión y capacidad de predicción de los procesos químicos que tienen lugar en medios sólidos, líquidos y gaseosos y constituyen la base de la utilización y el reciclaje de suelos, firmes y materiales de construcción, la preservación de la durabilidad de obras y estructuras, el tratamiento de aguas, y la protección medioambiental en ingeniería civil.
CT1	Compromiso y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad en las actuaciones profesionales.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
CT9	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	Distingue en la teoría y en la práctica las propiedades químicas, físicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales de construcción.	CM18.1
RA2	Explica y cuantifica los procesos químicos que tienen lugar en medios sólidos, líquidos y gaseosos que constituyen la base de la utilización y el reciclaje de los materiales de construcción, la preservación de la durabilidad de obras y estructuras, el tratamiento de aguas, y la protección medioambiental en ingeniería civil.	CM18.3
RA3	Aplica los métodos experimentales de Química relevantes en ingeniería civil.	CT1 y CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Conoce los comportamientos químicos, físicos, mecánicos y tecnológicos de los materiales de construcción.	RA1
IL2	No	Cuantifica correctamente los procesos químicos, físicos y mecánicos, que tienen lugar.	RA2
IL3	Sí	Resuelve correctamente problemas de equilibrios en disolución.	RA1 y RA2
IL4	No	Conoce las bases estructurales de los compuestos de base silicio y de base orgánica.	RA2
IL5	No	Aplica los conceptos estructurales a la interpretación del comportamiento de los materiales.	RA2 y 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. Prácticas de laboratorio **15%**

Descripción. Se trata de un conjunto de tres prácticas, cada una de las cuales consiste en realizar un ensayo diseñado por el profesor, que implica obtener resultados numéricos a partir de ensayos experimentales.

Criterios de calificación. La calificación de esta prueba se valora de 0 a 10. Se evalúa en un examen de prácticas que se realiza en la misma fecha que el examen final.

Para aprobar por evaluación continua es necesario obtener una calificación igual o superior a 3,5 en esta prueba. La nota de las prácticas de laboratorio supondrá, en su conjunto, un 15% de la nota final del alumno de evaluación continua.

Momento y lugar. Las prácticas se realizarán a lo largo del curso, en grupos pequeños, fuera del horario ordinario de las clases. El examen de prácticas se realiza junto con el examen final.

PE2. Control intermedio **42,5%**

Descripción. Consiste en una prueba escrita, en la que el alumno deberá realizar varios ejercicios teóricos y prácticos relativos a los temas tratados hasta ese momento.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se valora de 0 a 10. La calificación del control será la media aritmética de las notas de los ejercicios. La nota de este control supondrá el 42,5% de la nota final del alumno de evaluación continua. **Si la nota es ≥ a 5 podrá optar a liberar la materia objeto del control en el examen.**

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
PE3. Test optativo	**10%**

Descripción. Consiste en una prueba tipo test que se realiza a través de la plataforma Moodle que se realiza en horario de clase y que tiene una duración de entre 5 y 10 minutos.

Criterios de calificación. A lo largo del curso se realizarán cinco pruebas, iguales para todos los grupos, cuyos contenidos se establecerán previamente Cada ejercicio tendrá una valoración máxima de 0,2 puntos. El total de la pruebas tendrá un valor máximo de 1 punto. La calificación de esta prueba se adicionará a la calificación final de la asignatura.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua.

Para optar a evaluación continua deberá realizar el control intermedio, el examen final y el examen de prácticas.

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso+ la obtenida en los test optativos.

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5. También es necesario haber aprobado (calificación igual o superior a 5) las prácticas de laboratorio.

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.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación igual o mayor que 5 en el examen de laboratorio, y una puntuación igual o superior a 5 obtenida como media de la calificación del primero y del segundo parcial.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Química Fundamental 1.1. Disoluciones 1.1.1-Tipos de disoluciones 1.1.2- Formas de expresión de la concentración	IL1
Tema 2. Equilibrios Equilibrios ácido-base 2.1.1- Fuerzas relativas de ácidos y bases. 2.1.2- Equilibrios de disociación de ácidos monoprótidos y poliprótidos. 2.1.3- Reacciones de hidrólisis. 2.1.4- Reacciones de neutralización y curvas de valoración. 2.1.5- Disoluciones amortiguadoras. 2.1.6- Indicadores ácido-base. Equilibrios de solubilidad 2.2.1- Producto de solubilidad. 2.2.2- Factores que afectan a la solubilidad: efecto ión común y efecto salino. 2.2.3- Precipitación fraccionada. 2.2.4- Disolución de precipitados. Equilibrios redox: Electrolisis y Pilas: 2.3.1- Concepto de óxido-reducción. Ajustes de reacciones redox. 2.3.2. Potencial de electrodo. 2.3.3- Pilas electroquímicas. 2.3.4- Tipos de electrodos. 2.3.5- Ecuación de nerst. 2.3.6- Pilas de concentración. 2.3.7- Electrolisis.	IL1

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 3. Estados de agregación: Características y propiedades 3.1. Estado sólido. 3.2. Estado líquido. 3.3. Estado gaseoso.	IL2
Tema 4. Cambios de estado de agregación 4.1. Equilibrios entre estados de agregación. 4.2. Diagrama de fases. Diagramas de un componente. 4.3. Diagramas de dos componentes.	IL3, IL5
Tema 5. Materiales metálicos 5.1. Estructura y propiedades. 5.2. Forma y características de las aleaciones. 5.3. Tipos de aleaciones.	IL3, IL5
Tema 6. Oxidación metálica: Corrosión 6.1. Corrosión electrónica: Origen y funcionamiento. 6.2. Estudio cinético y termodinámico de corrosión electroquímica. 6.3. Protección frente a la corrosión.	IL4
Tema 7. Química del silicio 7.1. Silicio y sílice como material. 7.2. Conceptos básicos de la estructura de los silicatos. 7.3. Clasificación de silicatos.	IL5
Tema 8. Arcillas 8.1 Origen y composición. 8.2 Principales propiedades de las arcillas. 8.3 Tipos de arcillas y clasificación y formas de aplicación.	IL5
Tema 9. Cemento Cemento: Origen y composición. Reacciones de hidratación. Durabilidad química del cemento.	IL5
Tema 10. Principales materiales de base orgánica usados en construcción 10.1. Materiales poliméricos. 10.2. Clasificación de polímeros: Obtención y propiedades.	IL5

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. También expondrá e ilustrará los principales métodos de calcular las posiciones de los distintos equilibrios.

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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Se llevaran a cabo ensayos prácticos de los temas estudiados en las clases teóricas para facilitar la comprensión de los mismos.

Trabajos autónomos:

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

Trabajos en grupo:

En la última parte del curso se programa la realización de un trabajo en grupo (no mayor de 5), sobre algún tema de interés en materiales.

Tutorías

El profesor señalará unas horas y unos lugares de atención al alumno, para facilitar la resolución de sus dudas.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Petrucci, Ralph H., *Química general* 8ª ed., Prentice Hall, 2003.

Masterton, William L., *Química: principios y reacciones* 4ª ed., Thomson-Paraninfo, 2003.

Bibliografía complementaria:

Moran, Michael J., *Fundamentos de termodinámica técnica*, Reverté, 2004.

Levine, Ira N., *Fisicoquímica*, McGraw-Hill, 2004.

Callister, William D., *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*, Limusa, 2009.

Askeland, Donald R., *Ciencia e ingeniería de los materiales,* Paraninfo, 2001.

Ramos Carpio, M. A., *Ingeniería de los materiales plásticos*, Díaz de Santos, 1988.

Painter P.C., *Fundamentos de Ciencia de Polímeros*, Editorial Technomic, 1996.

Taylor, H. F. W., *Cement Chemistry*, 2nd edit., Thomas Telford Publishing, 2003.

Recursos Web:

En la plataforma Moodle aparecerán periódicamente documentos para completar la información.

Equipamiento específico:

Biblioteca de la escuela y de las asignaturas de Química y Materiales.

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 1 h 05 min	Problemas del tema 1. 2 h 10 min		Estudio del tema 1 y sus ej. 4 h 30 min			7 h 45 min
2	Tema 1 1 h 05 min	Problemas del tema 1 2 h 10 min		Estudio del tema 1 y sus ej. 4 h 30 min			7 h 45 min
3	Tema 1 1 h 05 min	Problemas del tema 1 2 h 10 min		Estudio del tema 1 y sus ej. 4 h 30 min			7 h 45 min
4	Tema 1 1 h 05 min	Problemas del tema 1 2 h 10 min		Estudio del tema 1 y sus ej. 4 h 30 min			7 h 45 min
5	Tema 1 1 h 05 min	Problemas del tema 1 2 h 10 min		Estudio del tema 1 y sus ej. 4 h 30 min			7 h 45 min
6	Tema 1 1 h 05 min	Problema del tema 1 2 h 10min	Laboratorio: 1 h 15 min	Estudio tema 1 y sus ejercicios 4 h 30 min			7 h 45 min
7	Tema 2 1 h 05 min	Problemas del tema 1 2 h 10 min	Laboratorio: Solubilidad y precipitación 1 h 15 min	Estudio tema 2 y sus ej. 4 h 30 min			7 h 45 min
8	Tema 3 1 h 05 min	Problemas del tema 2 2 h 10 min		Estudio tema 3 y sus ej. 4 h 30 min			7 h 45 min
9				Preparación de prueba individual 3 h	Prueba individual 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
10(grupo A y E)	Tema 4 y 5	Problemas del tema 3		Estudio del tema 4 y sus ej.			7 h 45 min
	1 h 05 min	2 h 10 min		4 h 30 min			
11	Tema 6	Problemas del tema 4 y 5		Estudio del tema 5 y sus ejercicios			7 h 45 min
	1 h 05 min	2 h 10 min		4 h 30 min			
12	Tema 7	Problemas del tema 6		Estudio del tema 6 y sus ejercicios.			7 h 45 min
	1 h 05 min	2 h 10 min		4 h 30 min			
13	Tema 8	Problemas del tema 7 y 8	Laboratorio:	Estudio del tema 7 y sus ejercicios.			7 h 45 min
	1 h 05 min	2 h 10 min	1 h 15 min	4 h 30 min			
14	Tema 9	Problemas del tema 9		Estudio del tema 8 y sus ejercicios.			7 h 45 min
	1 h 05 min	2 h 10 min		4 h 30 min			
15	Tema 10	Problemas del tema 9		Estudio del tema 9 y sus ejercicios			
	1 h 05 min	2 h 10 min		4 h 30 min			
16(grupo B, C y D)				Preparación examen final			
				4 h			
17			Compensación de prácticas				
Hasta el examen				Preparación examen final	Examen final		9 h
				6 h	3 h		
Horas	**15 h 10 min**	**30 h 20 min**		**76 h**			**121 h 30 min**

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

2. Las clases de laboratorio se realizarán en grupos pequeños. Cada alumno recibirá 4 sesiones de 1 h 15 min cada una, fuera del horario ordinario de clases.

3. Las clases terminan una semana antes del final del curso para compensar las horas de clases de laboratorio.

Tercer Semestre

Física de Sólidos y Fluidos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001205	6	Científico-técnica	Común	Español

Nombre en inglés	Physics of Solids and Fluids
Materia	Física de sólidos y fluidos
Departamento	Ciencia de Materiales
Web asignatura	*http://moodle.upm.es /titulaciones/oficiales/*
Periodo impartición	Tercer semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
David A. Cendón Franco	Pte.	B y D	Bajo petición por e-mail	Lº Física	*david.cendon.franco@upm.es*
José Ygnacio Pastor Caño	Secrt	Todos	M(9:00 a 15:00)	Lº Física	*jy.pastor@upm.es*
Jesús Ruiz Hervías		Todos	M y X (12:00-14:00) J (15:30 a 17:30)	Lº Física	*jesus.ruiz@upm.es*
Sergio Fernández Garrido		C	Bajo petición por e-mail	Lº Física	*sergio.fernandezga@upm.es*
Francisco R. Gálvez Díaz-Rubio		D	Bajo petición por e-mail	Lº Física	*f.galvez@upm.es*
José Miguel Atienza Riera		D	M (18:00 a 20:00) J (10:00-14:00 y 15:00-17:00)	Lº Física	*josemiguel.atienza@upm.es*
José María Ulloa Herrera		A y C	L(11:00 - 13:00); M(14:00 - 16:00); X(9:00 -11:00)	Lº Física	*jmulloa@ison.upm.es*
Carlos Daniel González Martínez	Vocal	A y B	M(9:00 -11:00 y 16:00 - 18:00); X(9:00 -11:00)	Lº Física	*c.gonzalez@upm.es*
Álvaro Ridruejo Rodríguez		Todos	M(11:30- 13:30 y 15:30 - 17:30); X(11:30 a 13:30)	Lº Física	*alvaro.ridruejo@upm.es*
Elena Tejado Garrido		Todos	M(15:00- 18:00); J(11:00 - 14:00)	Lº Física	*elena.tejado@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:

Cálculo II, Estadística y optimización; Física

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

El plan de estudios Grado en Ingeniería Civil y Territorial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM11.1 (parcial)	Capacidad de aplicación de recursos de álgebra lineal y geometría analítica para la resolución de problemas de ingeniería formulados matemáticamente en contextos bien delimitados..
CM11.2 (parcial)	Capacidad de selección óptima de recursos de álgebra lineal y geometría analítica para la resolución de problemas de ingeniería civil formulados matemáticamente en contextos bien delimitados
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Capacidad predictiva en problemas de ingeniería civil mediante las leyes generales de la mecánica de fluidos, termodinámica, campos y ondas, en conjunción con leyes específicas de medios materiales	CM14.3
RA2	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil.	CM 45
RA3	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo	CT5
RA4	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil	CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Resuelve problemas de Física técnica para ingeniería civil en Mecánica de Fluidos, Termodinámica, Campos y Ondas aplicando metodologías predictivas, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA1 y RA2
IL2	Sí	Realiza medidas físicas y experimentos, verifica resultados teóricos y cuantifica su incertidumbre con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA3 y 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. Participación en la resolución interactiva de ejercicios y problemas **10%**

Descripción. Seguimiento de las sesiones de laboratorio, calidad en la realización de los problemas propuestos y de las prácticas de laboratorio presenciales y virtuales.

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

Momento y lugar: Aula de clase virtual, aula de laboratorio y aula virtual de laboratorio.

PE2. Resolución individual asistida/autónoma de ejercicios y problemas **20%**

Descripción. A mitad del semestre, el estudiante deberá resolver individualmente y por escrito 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 20.

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

PE3. Aplicación autónoma de métodos experimentales
Prueba intermedia de aplicación autónoma de métodos experimentales **15%**

Descripción. A mitad del semestre, el estudiante deberá aplicar individualmente los métodos experimentales empleados en las sesiones de laboratorio del periodo.

Criterios de calificación. La prueba dedicada a los métodos experimentales se puntuará de 0 a 15.

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

PE4. Exámenes
Examen global **55%**

Descripción. El examen global consistirá en 3 ejercicios de aplicación de la teoría explicada en clase y de los métodos experimentales explicados en laboratorio.

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

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

Calificación final de la asignatura.

La calificación final de la asignatura será la mayor de las que resulten de sumar las puntuaciones obtenidas por trabajo de clase, por prueba intermedia de problemas, por prueba intermedia de laboratorio y por examen final, 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 3 ejercicios de aplicación de la teoría explicada en clase y de los métodos experimentales explicados en laboratorio. El examen final ordinario y el examen global de evaluación progresiva serán el mismo.

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. Se superará la asignatura si la calificación obtenida en uno de ellos es igual o superior a 5.

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

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Estática de Fluidos **1.1.** Fuerzas internas en fluidos. Presión. Principio de Pascal **1.2.** Líquidos y gases. Líquidos compresibles **1.3.** Ecuación fundamental de la Estática de fluidos **1.4.** Campos de presiones de fluidos en reposo bajo el peso propio **1.5.** Campos de presiones de líquidos en movimiento de sólido rígido **1.6.** Superficies libres de líquidos.	IL1
Tema 2. Empuje estático de Fluidos **2.1.** Principio de Arquímedes **2.2.** Empuje de líquidos sobre superficies planas. Centro de presiones **2.3.** Empuje de líquidos sobre superficies curvas	IL1
Tema 3. Dinámica de fluidos en movimiento estacionario **3.1.** Movimiento estacionario de fluidos **3.2.** Conservación de la masa para fluidos en movimiento estacionario **3.3.** Teoremas del momento lineal y angular para fluidos en movimiento estacionario **3.4.** Teorema de la energía para fluidos en movimiento estacionario	IL1
Tema 4. Dinámica de fluidos en movimiento estacionario **4.1.** Conservación de la masa de fluidos perfectos incompresibles en movimiento estacionario. Caudal **4.2.** Teoremas del momento lineal y angular para fluidos perfectos incompresibles en movimiento estacionario **4.3.** Teorema de Bernouilli. Teorema de la energía para fluidos perfectos incompresibles en movimiento estacionario **4.4.** Aplicaciones hidráulicas del teorema de Bernouilli	IL1
Tema 5. Dinámica de fluidos reales **5.1.** Empuje dinámico en fluidos perfectos. Paradoja de D'Alambert **5.2.** Viscosidad. Movimiento laminar y turbulento **5.3.** Empuje dinámico en régimen laminar. Fórmula de Stokes **5.4.** Empuje dinámico en régimen laminar. Fórmula de Stokes	IL1
Tema 6. Fenómenos de superficie **6.1.** Fuerzas internas en las fases de superficie. Tensión superficial **6.2.** Fases de superficie entre fluidos. Tensiometría **6.3.** Ecuación de Young-Laplace. Meniscos **6.4.** Ascenso capilar.	IL1
Tema 7. Equilibrio de sistemas termodinámicos **7.1.** Equilibrio termodinámico. Funciones de estado. Interacciones termomecánicas y cambios de estado. Calor y trabajo **7.2.** Principio cero de la termodinámica. Temperatura. Termometría **7.3.** Ecuación de estado de sistemas simples. Superficie termodinámica. Ecuación de estado de sólidos, líquidos y gases. Dilatometría. **7.4.** Transformaciones reversibles de sistemas simples. Diagramas **p–V**. Trabajo de sistemas simples. Transformaciones isocoras,isobaras e isotermas **7.5.** Capacidad calorífica. Calores específicos de sólidos, líquidos y gases. Ley de Dulong-Petit. Calorimetría	IL1

Tema 8. Primer principio de la Termodinámica **8.1.** Enunciado primer principio de la Termodinámica: energía interna. Ecuación energética **8.2.** Ecuación energética de los gases ideales. Transformaciones politrópicas de los gases ideales. Ley de Mayer **8.3.** Entalpía. Transformaciones de sistemas simples en entornos isobaros **8.4.** Ciclos termodinámicos. Rendimiento de un ciclo **8.5.** Ciclo de Carnot. Motores térmicos. Bombas de calor. Máquinas frigoríficas **8.6.** Motor de explosión. Ciclo de Otto **8.7.** Motor Diesel. Ciclo de Diesel **8.8.** Proceso Joule-Kelvin.	IL1
Tema 9. Segundo principio de la Termodinámica **9.1.** Enunciados de Kelvin-Planck y de Clausius. Teorema de Carnot **9.2.** Teorema de Clausius. Entropía. Entropía de los gases perfectos **9.3.** Diagramas **T–S**. Ciclos en diagramas **T–S** **9.4.** Irreversibilidad de procesos adiabáticos. Condición suficiente de irreversibilidad **9.5.** Exergía	IL1
Tema 10. Sistemas multifásicos **10.1.** Cambios de estado isotermos e isobaros de sistemas simples. Calor latente de cambio de fase **10.2.** Condición de equilibrio de fases. Ecuación de estado y superficie termodinámica de sistemas multifásicos. Punto triple **10.3.** Ecuación de Clausius-Clapeyron. Curvas sólido-líquido, sólido-vapor y líquido-vapor **10.4.** Transformaciones anisotermas de sistemas multifásicos **10.5.** Transformaciones isocoras de sistemas líquido-vapor. Almacenamiento de gases licuados	IL1
Tema 11. Termodinámica del aire **11.1.** Aire húmedo. Grado de humedad **11.2.** Aire saturado. Presiones parciales. Humedad relativa **11.3.** Transformaciones isobaras, isocoras e isotermas del aire húmedo **11.4.** Saturación adiabática del aire húmedo. Cartas psicrométricas **11.5.** Acondicionamiento de aire	IL1
Tema 12. Transmisión de calor **12.1.** Conducción, convección y radiación de calor **12.2.** Ley de Fourier de conducción térmica. Conducción estacionaria **12.3.** Conducción estacionaria de calor con simetría plana, cilíndrica o esférica **12.4.** Fotones. Emisión y absorción de radiación térmica **12.5.** Ley de Kirchhoff. Ley de Planck. Ley de Wien. Ley de Stefan-Boltzmann	IL1
Tema 13. Fenómenos ondulatorios **13.1.** Cuerda vibrante. Ondas en columnas de gas **13.2.** Ecuación de ondas planas. Velocidad de propagación de ondas **13.3.** Ondas armónicas planas. Frecuencia y longitud de onda. Fasores **13.4.** Ondas estacionarias planas. **13.5.** Ondas esféricas. Ondas armónicas esféricas. Ondas estacionarias esféricas. **13.6.** Reflexión y refracción de ondas amónicas planas. Ondas reflejada y refractada. Ley de Snell. Reflexión total **13.7.** Intensidad de ondas. Intensidad de las ondas sonoras **13.8.** Principio de Huygens-Fresnel	IL1

Tema 14. Interferencia de ondas **14.1.** Interferencia de ondas armónicas **14.2.** Interferencia de ondas esféricas. Interferencia de ondas planas **14.3.** Interferencia de ondas planas	IL1
Tema 15. Difracción de ondas **15.1.** Difracción de ondas. Difracción de Fraunhofer **15.2.** Difracción de ondas en una rendija y en abertura circular **15.3.** Poder resolvente	IL1
Tema 16. Laboratorio de física **16.1.** Comprobación experimental de resultados teóricos**.** Ejecución de experimentos para distintos valores de la variable independiente. Medida de las variables dependientes y acotación de errores. Elaboración de resultados con acotación de errores. Contraste con las predicciones teóricas y ajuste de las constantes teóricas con acotación de errores **16.2.** Experimento de Mecánica **16.3.** Experimento de Electromagnetismo	IL2

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, e incluso podrá serlo la resolución cuando se trate de problemas extraídos de la bibliografía recomendada.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Las prácticas de laboratorio serán realizadas por los estudiantes en pareja con ayuda del profesor, tras una sucinta explicación de su fundamento, finalidad y metodología por parte de éste. Cada pareja de estudiantes dispondrá de un protocolo de la práctica que deberá cumplimentar y entregar al profesor, dejando constancia de la secuencia de los resultados obtenidos mediante medidas y cálculos hasta llegar al resultado final.

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:

Las prácticas de laboratorio se realizan por parejas

Tutorías

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

Si fuera imprescindible, estos métodos se adaptarán a los medios de enseñanza telemática disponibles en la UPM.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

M.J. Morán y H.N. Shapiro, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté, 2005.

M. Alonso y E. J. Finn, Física, Vol 2: *Campos y Ondas*, Alhambra Mexicana, 1999

Valiente, A. *Mecánica de Fluidos (51 problemas útiles)*, García-Maroto Editores, 2012 (1ª ed), 2015 (2ª ed.).

Valiente, A. *Termodinámica (51 problemas útiles)*, García-Maroto Editores, 2010 (1ª ed), 2013 (2ª ed).

Valiente, A. *Ondas (51 problemas útiles)*, García-Maroto Editores, 2011

Bibliografía complementaria:

F. Beer y P. Johnson, *Mecánica vectorial para ingenieros: Estática*, MacGraw-Hill.

Tipler, P. y Mosca, G. *Física para la ciencia y la tecnología I (Mecánica, Oscilaciones y Ondas, Termodinámica) y II (Electricidad y Magnetismo)*, Everest, 2010.

Irodov, I. E. *Problemas de Física General*, Mir, 1985.

Recursos Web:

moodle.upm.es /titulaciones/oficiales/

www.upm.es/institucional/UPM/Biblioteca/RecursosInformacion → Ingebook

Equipamiento específico:

Instalaciones, equipos y material de laboratorio de Física

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 4 h 20 min			Estudio personal 4 h 40 min			9 h
2	Tema 2 2 h 10 min	Tema 1 2 h 10 min		Estudio personal 4 h 40 min			9 h
3	Tema 3, 4, 5 3 h 15 min	Tema 2 1 h 05 min		Estudio personal 4 h 40 min			9 h
4	Tema 6 1 h 05 min	Temas 3, 4, 5 y 6 3 h 15 min		Estudio personal 4 h 40 m			9 h
5	Tema 7 4 h 20 min			Estudio personal 4 h 40 min			9 h
6	Tema 8 2 h 10 min	Tema 7 2 h 10 min		Estudio personal 4 h 40 min			9 h
7	Temas 8 y 9 2 h 10 min	Tema 8 2 h 10 min		Estudio personal 4 h 40 m			9 h
8	Temas 9 y 10 3 h 15 min	Tema 9 1 h 05 min		Estudio personal 4 h 40 min			9 h
9	Tema 10 2 h 10 min	Temas 9 y 10 2 h 10 min		Estudio personal 4 h 40 min			9 h
10				Estudio personal 9 h			9 h
11	Tema 11 2 h 10 min			Estudio personal 4 h 20 min	Prueba Intermedia (Temas 1 a 8); Prueba Laboratorio 2 h 30 min		9 h
12	Temas 11 y 12 3 h 15 min	Tema 11 1 h 05 min		Estudio personal 4 h 40 min			9 h
13	Tema 12 2 h 10 min	Tema 12 2 h 10 min		Estudio personal 4 h 40 min			9 h

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 13 4 h 20 min			Estudio personal 4 h 40 min			9 h
15	Tema 14 2 h 10 min	Tema 13 2 h 10 min		Estudio personal 4 h 40 min			9 h
16	Tema 15 y Repaso 2 h 10 min	Temas 14 y 15 2 h 10 min		Estudio personal 4 h 40 min			9 h
Fuera del horario			2 prácticas de 1 h 15 min cada una 2 h 30 min	Elaboración de resultados de prácticas 2 h 30 min 2 h 30 min			5 **h**
Hasta el examen				Preparación del examen final 10 h	Examen final 3 h		13 h
Horas	**41 h 10 min**	**21 h 40 min**	**2 h 30 min**	**91 h 10 min**	**5 h 30 min**		**162 h**

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

2. Las clases de laboratorio se realizarán en grupos pequeños. Cada alumno realizará 2 sesiones de 1 h 15 min cada una, fuera del horario ordinario de clases. La elaboración y presentación de resultados se realizará por parejas de alumnos a continuación de la práctica en el propio laboratorio.

Geología

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001204	4,5	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Geology for Engineers I
Materia	Geología
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	
Periodo impartición	Tercer semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
J. Ignacio Escavy Fernández	Pte.	Todos	L y M (10:00-13:00)	Lab. Geol. Aplicada	*ji.escavy@upm.es*
Eugenio Sanz Pérez.	Secr.	Todos	L (10:00-14:00) M(12:00-14:00)	Lab. Geol. Aplicada	*eugenio.sanz@upm.es*
Ignacio Faustino Menéndez-Pidal de Navascues	Vocal.	Todos	J (13:00-14:00; 15:00-17:00 y 19:00-21:00)	Lab. Geol. Aplicada	*ignacio.menendezpial@upm.es*
Joaquín Sanz de Ojeda		Todos	L(18:00-20:00) V(16:00-20:00)	Lab. Geol. Aplicada	*Joaquin.sanzdeojed@upm.es*
Roberto Gil de Mingo		Todos	J(19:00-21:00)	Lab. Geol. Aplicada	*roberto.gil@upm.es*
Teresa Mateos García		Todos	L,M y X(18:30-20:30)	Lab. Geol. Aplicada	*mariateresa.mateos@ upm.es*
Herminia Cano Linares	.	Todos	J (15:00-17:00 y 19:00-21:00)	Lab. Geol. Aplicada	*herminia.cano@upm.es*
Javier Moreno Robles		Todos	L (18:00-20:00) V (16:00-20:00)	*Lab. Geol. Aplicada*	*javier.moreno@upm.es*
Félix Escolano Pérez		Todos	L(10:00-13:00) V(10:00-13:00)	*Geol. Edif. Retiro*	*felix.escolano@upm.es*
Manuel Jesús Bueno Aguado		Todos	L(18:00-20:00) V(16:00-20:00)	*Geol. Edif. Retiro*	*Manueljesus.bueno@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:

- Quimica De Materiales
- Expresion Grafica

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conocimientos avanzados de geografía general de España

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM15.1 (parcial)	Conocimientos básicos de Geología y Morfología del terreno (Geodinámica Externa e Interna, Petrología, Mineralogía, Paleontología y Geología Histórica) y capacidad de aplicación a problemas de ingeniería. Conocimientos básicos de Climatología y su relación con la ingeniería.
CM15.2 (parcial)	Comprensión de la interacción entre el medio geológico y las obras públicas y capacidad de predicción de los condicionamientos que el medio geológico impone a la viabilidad, diseño, construcción y explotación de las obras públicas.
CT3	Capacidad de actuar con efectividad como miembro de equipos ínterdisciplinares.
CT9	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relacionados con la ingeniería civil

NOTA. Las competencias CM15.1 y CM15.2, lo son para la materia de Geología en su conjunto. Aquí se indica la parte que corresponde a esta asignatura en particular.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica los conceptos y principios de la Geología y Morfología del Terreno y de la Climatología a problemas de Ingeniería.	CM15.2, CT9
RA2	Predice racionalmente los condicionamientos que el medio geológico impone a la viabilidad, diseño, construcción y explotación de las obras públicas, a partir de la interacción mutua.	CM 15.2, CT3, CT9
RA3	Aplica los métodos experimentales de Geología relevantes en Ingeniería Civil.	CM15.1, CT3, CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los principios básicos de la influencia del terreno en las infraestructuras, la importancia de la mutua interacción y la necesidad de su conocimiento en su proyecto, construcción y explotación	RA2 RA3
IL2	Sí	Conoce y razona la geometría y evolución cinemática y dinámica de las grandes unidades de la corteza terrestre en los bordes de placa o en su interior y reconoce su influencia en la identificación y conocimiento geométrico, cinemático y dinámico de las estructuras debidas a deformación frágil y dúctil, tales como pliegues, fallas y restantes estructuras de interés aplicado, basando su discurso en los principales procesos de generación y evolución magmática, emplazamiento y morfología de cuerpos ígneos	RA1 RA3
IL3	Sí	Conoce las capas de la atmósfera, sus características, su dinámica y los fundamentos de la meteorología.	RA2 RA3

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL4	Sí	Identifica las formas del terreno más comunes y analiza los procesos geomorfológicos	RA2 RA3
IL5	Sí	Comprende la naturaleza cristalina de los minerales y rocas, su estructura cristaloquímica y propiedades, sus técnicas identificación y clasificación mineralógica y petrológica.	RA1 RA3
IL6	No	Conoce los principales eventos bióticos globales y cambios paleoambientales de las distintas eras geológicas en relación a las Unidades Geológicas de España así como sus materiales a través de la experimentación en Paleontología y Estratigrafía	RA1 y RA3
IL7	Sí	Sabe resolver problemas de cartografía geológica (buzamientos, afloramientos, cortes y mapas geológicos, reconstrucción de estructuras, etc.)	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. Evaluación Progresiva **30%**

Descripción: Consiste en: Un conjunto de pruebas de evaluación en MOODLE y cómo máximo una por cada tema y subtema, en la que el alumno deberá responder a varias preguntas y/o ejercicios teóricos y prácticos relativos al contenido de los temas tratados y que podrán ser propuestas durante las horas de clase.

Un conjunto de entregas, exclusivamente en formato digital y en la plataforma MOODLE, de trabajos y tareas específicas y como máximo de cada uno de los temas y subtemas. Las entregas se realizarán bajo instrucciones concretas que se publicarán en MOODLE. Solo podrán entregar dichas trabajos y tareas los alumnos que hayan asistido a la clase correspondiente.

Un conjunto de ejercicios en CLASE, sea esta presencial o telemática, consistentes en preguntas cortas, intervenciones verbales, problemas y prácticas breves en el aula, etc.

Criterios de calificación: Cada prueba de evaluación se valora de 0 a 10. Consta de varias preguntas que tendrán el mismo peso.

Las tareas se valorarán como APTAS o NO APTAS bajo criterios concretos que se publicarán en MOODLE.

La calificación de la evaluación continua será la media de la totalidad de las pruebas de evaluación y ejercicios de clase realizados, multiplicado por el % de tareas APTAS sobre el total de tareas a entregar.

Momento y lugar: Las pruebas de evaluación continua y las tareas se realizarán en MOODLE online en el periodo que se habilite para ello.

PE2. Prácticas de laboratorio **5%**

Descripción: Consiste en una serie de prácticas guiadas que se realizarán en el laboratorio y sobre el que el alumno debe realizar, una serie de preguntas que debe contestar en la plataforma MOODLE en el momento y forma que se le requiera por dicha plataforma. La no asistencia a la práctica supone no poder responder en MOODLE a las preguntas.

Criterios de calificación: Será la media aritmética de todas las preguntas contestadas en la plataforma MOODLE. La nota de estas prácticas corresponde al 5% de la nota final. Esta nota sólo se aplicará en la nota de final de curso.

Momento y lugar: Las prácticas se realizarán a lo largo del curso, en grupos pequeños. Podrán ser fuera del horario ordinario de las clases o durante las mismas, en función de la disposición de aulas de laboratorio. Se informará oportunamente de los horarios y lugares.

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. Ejercicios de Cartografía Geológica y Cortes Geológicos **15%**

Descripción: Consiste en la resolución y entrega de ejercicios propuestos de cartografía geológica aplicada. Los ejercicios se plantearán y resolverán en la clase, presencial o telemática, por el alumno bajo la supervisión del profesor.

Criterios de calificación: Será obligatoria la realización de todos los ejercicios que se propongan. De forma aleatoria se recogerán algunos de ellos a todos los alumnos. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación será la media aritmética de estos. No se evaluarán y se considerarán no realizados aquellos ejercicios que no se entreguen en el plazo y la forma requeridos. La calificación media de los ejercicios de cortes entregados representará un 15% de la nota final de la asignatura.

Momento y lugar: Los ejercicios propuestos en el aula serán entregados al finalizar la clase.

PE4. Examen de Cartografía Geológica y Cortes Geológicos I **10%**

Descripción: Consiste en un examen presencial o telemático específico de Cortes Geológicos en el que el alumno deberá demostrar los conocimientos y destreza necesarios para la resolución de este tipo de problemas.

Criterios de calificación: El alumno deberá obtener una calificación igual o mayor que 5,00 para aprobar y liberar esta parte de la materia y poder aprobar la asignatura. El peso de este apartado en la nota final del curso será del 10%.

Los alumnos que no superen este examen deberán realizar un ejercicio de cortes durante el examen final y obtener una nota igual o superior a 4,00 en dicha pregunta para que se le considere aprobada y poder aprobar la asignatura.

IMPORTANTE: es obligatorio superar la prueba de cortes geológicos para poder aprobar la asignatura.

Momento y lugar: La fecha y condiciones del examen de cortes se determinará durante el curso.

PE5. Examen final **40%**

Descripción: Consiste en un examen presencial o telemático formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico sobre la asignatura.

Criterios de calificación: Cada pregunta del examen se valorará de 0 a 10. La calificación será la media ponderada de las preguntas pudiendo asignarse pesos diferentes a cada pregunta. Estos pesos se mostrarán en cada pregunta. Para poder aprobar la asignatura, la calificación del examen final no podrá ser inferior a 3,00. El examen final extraordinario se describe y se califica de manera análoga al ordinario. La nota obtenida formará parte de la nota final del curso análogamente a la PE4. No será necesario presentarse al examen extraordinario si la composición final de notas recogida en el siguiente apartado es igual o mayor que 5.0. Los alumnos que no hubieran superado el examen de cortes harán junto con el examen final el examen de recuperación de cortes (PE4) en el que deberán obtener una calificación no inferior de 4,00 para poder aprobar la asignatura (el peso de este ejercicio de cortes en la nota final de la asignatura es de un 10%).

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

En ningún caso la nota de la asignatura podrá formarse hasta no haber finalizado el examen final y/o examen extraordinario, en su caso.

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. Concretamente: PE1 (30%), PE2 (5%), PE3 (15%) PE4 (10%) y PE5 (40%).

Para que en el cómputo de la nota final del curso se tengan en cuenta las notas correspondientes a la evaluación continua (cortes geológicos, prácticas de laboratorio, cuestionarios, tareas, etc.) el alumno deberá presentarse al examen final (PE5) y obtener

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

un mínimo de 3 puntos. Además, el examen de cortes (PE5) debe haber sido aprobado (en el examen específico con al menos un 5,00 o en el coincidente con el ordinario o extraordinario con al menos un 4,00). En caso de no presentarse al examen ordinario la nota final será: NP (No Presentado).

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

Para una exacta comprensión de la evaluación se dispondrá en el tablón de anuncios del laboratorio y en Moodle de una guía explicativa

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Consiste en un único examen, incluyendo una parte de prácticas de laboratorio y cortes geológicos y cartografía

Criterios de calificación: Serán los mismos que en el examen final .

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

Para aprobar el examen final deberá obtener una calificación igual o superior a 5.0 y en el ejercicio de cartografía geológica una nota igual o superior a 5.0

Para una exacta comprensión de la evaluación se dispondrá en el tablón de anuncios del laboratorio y en Moodle de una guía explicativa

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

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Geodinámica, cristalografía y paleontología	
Tema 1. Introducción	
1.1. Presentación de la asignatura **1.2.** Tipología de Obras Públicas	IL1
Tema 2. Geodinámica Interna	
2.1. Constitución del Globo. Estructura y composición de la Tierra. Tectónica de Placas**.** **2.2.** Tectónica. Epirogenesis. Orogénesis. Vulcanismo. Terremotos. Sismología. Principios, medición y evaluación**.** **2.3.** Geología Estructural Los pliegues. Fracturas y fallas. Estilos tectónicos. Estudios a efectos ingenieriles	IL2
Tema 3. Cristalografía-Mineralogía-Petrología.	
3.1. Introducción a la Cristalografía. Los minerales. Propiedades. Clasificaciones. Formas de estudio. Importancia para la ingeniería. Las rocas. Conceptos básicos y clasificación **3.2.** Minerales pétreos silicatados. Silicatos: sílices, silicatos de aluminio. Feldespatos y feldespatoides. Micas. Piroxenos y anfíboles. **3.3.** Minerales pétreos no silicatados. Minerales metálicos. Minerales energéticos **3.4.** Petrología de Rocas Ígneas **3.5.** Petrología de Rocas Metamórficas **3.6.** Petrología de Rocas Sedimentarias	IL3 y IL4
Tema 4. Climatología y Geodinámica Externa	
4.1. La atmósfera terrestre y su dinámica. Precipitación, masas de aire, borrascas. Clasificación de los climas y regimenes climáticos. El agua en el suelo y balance hídrico. Tipos de climas **4.2.** Climatología, relación con riesgos naturales e Ingeniería del Terreno.Clima de España **4.3.** Geomorfología. El ciclo externo. Procesos y formas. La meteorización. Modelado. El Paisaje. Importancia y significado para las obras públicas. **4.4.** Glaciarismo y periglaciarismo. Glaciarismo y periglaciarismo. El glaciarismo cuaternario y actual en España. Materiales y consecuencias en las obras **4.5.** Inestabilidades de ladera. Causas y consecuencias. Tipología: desprendimientos, deslizamientos rotacionales, etc. Prevención, sistemas de control y corrección. **4.6.** Los ríos Redes fluviales. Acción fluvial. Perfiles longitudinales. Capturas fluviales. Terrazas fluviales. Torrentes. Materiales y consecuencias para la ingeniería **4.7.** Lagos. Acción del mar. Acción del viento. Acción biológica **.**	IL5

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
Tema 5. Paleontología y Geología Histórica	
5.1. Los fósiles. Su valor estratigráfico. La evolución. El fósil en los problemas de Geología Aplicada. Micropaleontología. Taxonomía paleontológica.	
5.2. Geología histórica. Generalidades. Cronología relativa y absoluta. Divisiones crono estratigráficas.	
5.3. Las distintas eras geológicas. Era Arcaica. Paleozoico. Era Arcaica. Paleozoico: definición y límites. Paleogeografía y divisiones. Facies, fauna y gea. Paisaje. Materiales y obras en cada sistema.	
5.4. El Mesozoico y el Cenozoico. Triásico, Jurásico, Cretácico, Paleógeno y Neógeno. Definición y límites. Paleogeografía. Tectónica. Facies, fauna y gea. Paisaje. Materiales y obras en cada sistema. Presencia en España. Aspectos de aplicación ingenieril.	IL5
5.5. El Cuaternario. Definición y división del Cuaternario. Sedimentos. Glaciaciones. Terrazas fluviales. Aspectos de aplicación ingenieril	
5.6. Geología de España. Fisiografía. Constitución geológica. Tectónica e historia geológica. Baleares y Canarias Los fósiles. Su valor estratigráfico. La evolución. El fósil en los problemas de Geología Aplicada. Micropaleontología**.**	
Tema 6. Energía y Recursos Minerales	IL6
Capítulo II. Prácticas de laboratorio	
Práctica 1. Climatología. Determinación de los climas de Koppen y de diagramas bioclimáticos. Cálculo de balances hidráulicos.	IL3
Práctica 2. Mineralogía.	IL5
Práctica 3. Petrología I	IL5
Práctica 4. Petrología II	IL5
Práctica 5. Microscopio: Utilización y reconocimiento de minerales.	IL5
Capítulo III. Prácticas de cartografía geológica	IL6
Cartografía 1. Cartografía Geológica Aplicada a las OP**.**	IL7
Cartografía 2. Contactos. Afloramientos. Buzamiento y potencia real y aparente. Problema de los tres puntos. Regla de la V**.**	IL7
Cartografía 3. Planos acotados en Geología. Representación de planos y superficies. Representación de estructuras geológicas: pliegues y fallas	IL7
Cartografía 4. Interpretación y levantamiento de mapas y cortes geológicos. Aplicación a las OP(1)	IL7
Cartografía 5. Interpretación y levantamiento de mapas y cortes geológicos. Aplicación a las OP(2)	IL7
Cartografía 6. Interpretación y levantamiento de mapas y cortes geológicos. Aplicación a las OP(3)	IL7
Cartografía 7. Interpretación y levantamiento de mapas y cortes geológicos. Aplicación a las OP(4)	IL7

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor propondrá actividades en clase que ayudarán al aprendizaje individual del alumno y a alcanzar los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. En algún caso, las clases podrán ser meramente expositivas. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)

Clases prácticas de Cartografía y Geología

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios y problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. Se aplicarán los diferentes conocimientos adquiridos en Geología a problemas aplicados a la ingeniería. El alumno trabajará en la realización de cortes geológicos e interpretación de mapas geológicos mediante la técnica de planos acotados, en un entorno de aplicación a una amplia variedad de problemas en las obras públicas. El alumno trabajará de manera autónoma y/o individual asistida sobre problemas similares a los resueltos por el profesor y que deberá entregar resueltos. El alumno trabajará de manera autónoma y/o individual sobre problemas y supervisado por el profesor. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)

Prácticas de laboratorio:

Como complemento a las clases teóricas se realizaran prácticas de laboratorio cuya asistencia será obligatoria y queda expuesta en el temario. En ellas el profesor interactivamente con el alumno desarrollará temas teóricos desde un punto de vista experimental, usando técnicas, aparataje e instrumentación de laboratorio. El alumno deberá aplicar sus conocimientos teóricos adquiridos a la formulación del método científico y experimental que en cada caso proponga el profesor y profundizar en dicho conocimiento adquirido. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)

Trabajo autónomo:

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

Trabajo en grupo:

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Eugenio Sanz Pérez, Ignacio Menéndez Pidal, Fernando Román Buj y Clemente Sáenz Sanz. Guiones de las lecciones publicados on line en la plataforma Moodle (2011,2012, 2013). Colección de problemas y exámenes de otros cursos

Guiones de las lecciones. Colección de problemas y exámenes de otros cursos.

Meléndez, B, y Fuster, J. M.(2003). *Geología. Paraninfo* 896 págs. Capit. 1 (pp. 17-46).

Pozo, M; González, J. y Giner, J. (2003). *Geología Práctica*. Pearson.

Tarbuck y Lutgens. (2000) Prentice Hall ed. *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física 6ª ed.*

López Marinas,J.M. (2000). *Geología aplicada a la Ingeniería Civil*. Ed. Ciedossat .Madrid.

Saenz Ridruejo, C.; Talaban García, J. (1972) *Ejercicios de Geología Aplicada.* Esc. Téc. Sup. de Ing. de Caminos de Madrid. 112 págs.

Bibliografía complementaria:

Gutiérrez, Elorza, M. (2008). *Geomorfología*. Pearson. Prentice Hall. 920 págs

González de Vallejo, L (2002). *Ingeniería Geológica. Prentice* Hall.715 págs.

Blyth I Freitas(1988) *A Geology for Engineers*. Ed. Elsevier.

Recursos Web:

Ejercicios e indicaciones en la POLITÉCNICA VIRTUAL, Moodle

Equipamiento específico:

Biblioteca de la Unidad Docente de Geología Aplicada.

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 2 Apartado 2.1 2 h 10 min	Pract. Cartog.1 1 h 05 min		Estudio de Tema 1 y 2 Apartado 2.1 3 h 30 min			6 h 45 min
2	Apartado 2.2 2 h 10 min	Pract. Cartog.2 1 h 05 min		Estudio de Apartado 2.2 3 h 30 min			6 h 45 min
3	Apartados 3.1 y 3.2 2 h 10 min	Pract. Cartog.3 1 h 05 min		Estudio de 3.1 y 3.2 y ejercicios de cartografía. 3 h 30 min			6 h 45 min
4	Apartados 3.2 y 3.3 1 h 05 min	Pract. Cartog.4 1 h 05 min	Prácticas de laboratorio 1 1 h 05 min	Estudio de 3.2 y 3.3 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
5	Apartado 3.5 3 h 15 min			Estudio de 3.5 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
6	Apartado 3.6 3 h 15 min			Estudio de 3.6 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
7	Apartado 3.7 3 h 15 min			Estudio de 3.7 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
8	Apartado 3.8			Estudio de 3.8 y ejercicios de cartografía			6 h 45 min
	3 h 15 min			3 h 30 min			
9	Tema 4 Apartado 4.1	Pract. Cartog.5	Prácticas de laboratorio 2	Estudio de 4.1 y ejercicios de cartografía			6 h 45 min
	1 h 05 min	1 h 05 min	1 h 05 min	3 h 30 min			
10				Preparación del control intermedio	Primer control intermedio		7 h
				4 h	3 h		
11	Apartados 4.2, 4.3 y 4.4		Prácticas de laboratorio 3	Estudio de 4.2, 4.3 y 4.4 y ejercicios de cartografía			6 h 45 min
	2 h 10 min		1 h 05 min	3 h 30 min			
12	Apartados 5.1, 5.2 y 5.3		Prácticas de laboratorio 4	Estudio de 5.1, 5.2, 5.3 y ejercicios de cartografía			5 h 30 min
	1 h 05 min		1 h 05 min	3 h 20 min			
13	Apartados 5.4, 5.5 y 5.6	Pract. Cartog.6	Prácticas de laboratorio 5	Estudio de 5.4, 5.5, 5.6 y ejercicios de cartografía			6 h 45 min
	1 h 05 min	1 h 05 min	1 h 05 min	3 h 30 min			
14	Apartados 6.1, 6.2 y 6.3		Prácticas de laboratorio 6	Estudio de 6.1, 6.2, 6.3 y ejercicios de cartografía			5 h 30 min
	1 h 05 min		1 h 05 min	3 h 20 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	Apartados 6.4, 6.5 y 6.6		Prácticas de laboratorio 7	Estudio de 6.4, 6.5, 6.6 y ejercicios de cartografía			6 h 45 min
	2 h 10 min		1 h 05 min	3 h 30 min			
16	Apartados 6.7 y 6.8	Pract. Cartog.7		Estudio de 6.7, 6.8 y ejercicios de cartografía y preparación del 2º control intermedio	Segundo control intermedio		12 h 45 min
	2 h 10 min	1 h 05 min		6 h 30 min	3 h		
Hasta el examen				Preparación examen final	Examen final		9 h 45 min
				5 h 45 min	4 h		
Horas	**31 h 25 min**	**7 h 35 min**	**7 h 35 min**	**64 h 55 min**	**10 h**		**121 h 30 min**

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

Inglés

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001203	6	obligatoria	Común	Inglés

Nombre en inglés	English
Materia	Inglés
Departamento	Lingüística aplicada a la Ciencia y a la Tecnología
Web asignatura	
Periodo impartición	Tercer semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Rafael Rigol Verdejo	Pdte.	Todos	X (10:15-12:15 y 17:30-19:30) V (14:45-15:45 y 19:00-20:00)	Despacho 0.8	*rafael.rigol@upm.es*
Ana María Roldán Riejos	Vocal	Todos	M (11:30-12:30 y 15:00-17:00) X (10:30-12:30) J (12:30-13:30)	Despacho 1.12	*ana.roldan.riejos@upm.es*
Verónica Vivanco Cervero	Sec.	Todos	Por determinar	Despacho 1.7	*veronicacruz.vivanco@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:

Tener acreditado el nivel B2 del marco común europeo de referencia

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CT4	Capacidad de preparar y presentar con efectividad comunicaciones orales, escritas y gráficas..
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
CT7	Comprensión y capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación que ofrece Internet, en particular las plataformas telemáticas UPM de apoyo a la docencia.
CT8	Capacidad de comunicación técnica oral y escrita en lengua inglesa, con acreditación previa del nivel B2 del *Common European Framework of Reference for Languages.*

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Se comunica de forma oral y escrita en lengua inglesa, empleando fluidamente la terminología profesional y académica de la ingeniería civil.	CT4, CT7 CT8
RA2	Prepara y presenta exposiciones orales y escritas.	CT4, CT5, CT7 CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Comprende y utiliza la información contenida en tablas, gráficos, etc. así como en gran variedad de textos profesionales en lengua inglesa.	RA1
IL2	Sí	Compara y analiza distintas fuentes de información, tanto escritas como orales.	RA1 y RA2
IL3	Sí	Entiende a hablantes nativos cuando éstos explican o comentan su actividad profesional en el campo de la Ingeniería Civil.	RA2
IL4	Sí	Comprende y resume la ideas generales importantes de conferencias de tipo académico o profesional	RA2
IL5	Sí	Se comunica con eficacia en lengua inglesa en temas relacionados con sus estudios académicos o su futuro profesional.	RA1, RA2
IL6	Sí	Redacta cartas académicas, informes, memorándums, resúmenes, abstracts y textos sobre temas académicos o relacionados con la Ingeniería Civil.	RA1, RA2
IL7	Sí	Traduce textos de tipo académico o profesional	RA2
IL8	Sí	Prepara y presenta exposiciones orales sobre temas relacionados con la Ingeniería Civil.	RA1, 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 progresiva"

PE1. Participación en actividades de comunicación en lengua inglesa **15%**

Descripción: Los alumnos realizarán exposiciones orales en inglés en grupos pequeños sobre una materia de la ingeniería civil que se indicará previamente en clase. La exposición se apoyará con presentación PowerPoint o mediante un póster

Criterios de calificación: De 0 a 10 dependiendo de la corrección gramatical, léxica y la fluidez oral de la exposición y presentación

Momento y lugar: En el aula de clase y en una hora lectiva.

PE2. Ejercicios a realizar en el aula multimedia **10%**

Descripción: Consiste en cinco ejercicios prácticos, cada uno en un día diferente, asistidos por el profesor que cada alumno debe realizar individualmente o en parejas, sobre tareas de comprensión auditiva y producción hablada de inglés aplicado a la ingeniería civil.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valora de 0 a 10. La nota de esta prueba será la media de las calificaciones de los cinco ejercicios.

Momento y lugar: En el aula multimedia en una hora lectiva.

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. Actividades de comunicación escrita en lengua inglesa	**20%**

Descripción: Consiste en varios trabajos escritos relacionados con los géneros académicos y profesionales más comunes en la ingeniería civil, así como trabajos de traducción, que los alumnos deben realizar individualmente fuera de las horas de clase y entregar en los plazos que se indicarán.

Criterios de calificación: Cada trabajo se valora de 0 a 10. La nota de esta prueba será la media de los trabajos realizados.

Momento y lugar: Cada alumno realiza su trabajo en su tiempo de preparación de la asignatura, fuera de las horas de clase.

PE4. Examen final	**55%**

Descripción: Consiste en un único examen, cuya duración será de aproximadamente 2 horas y media. El examen constará de varios ejercicios de comprensión oral y de producción escrita sobre los temas tratados en clase.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valora de 0 a 10. Cada ejercicio del examen tiene un peso diferente, que se indicará previamente. La nota del examen será la media ponderada de los ejercicios del mismo. Para la calificación se tendrá en cuenta el uso adecuado y correcto de la gramática y de la ortografía inglesa.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La nota final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. Para superar la asignatura se deberá alcanzar una nota final igual o superior a 5 sobre 10.

No obstante, la calificación final de los alumnos de evaluación continua no será inferior a la que hayan obtenido en el examen final.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Consiste en un único examen final, igual al que realizarán los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valora de 0 a 10. Cada ejercicio del examen tiene un peso diferente, que se indicará previamente. La nota del examen será la media ponderada de los ejercicios del mismo. Para la calificación se tendrá en cuenta el uso adecuado y correcto de la gramática y de la ortografía inglesa

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

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Reading skills in academic and professional English for civil engineering	
Tema 1. Locating main and subsidiary information in complex sentences, paragraphs and texts. Reading techniques: scanning and skimming. Identifying coherence and cohesion in civil engineering texts.	IL1 IL2
Tema 2. Analyzing Internet websites: critical evaluation.	IL1 IL2
Tema 3. Predicting meaning from context in civil engineering texts. Identifying word classes in context (words belonging to one, two or more classes).	IL1 IL2
Tema 4. Interpreting charts, graphs, diagrams and tables. Describing different trends in graphic information.	IL1 IL2
Capítulo II. Writing skills in academic and professional English for civil engineering	
Tema 5. Summarizing information from a civil engineering text	IL1 IL2
Tema 6. Practicing useful sequence signaling markers and connectors in a process description. Analyzing the cause-effect relationship in civil engineering texts	IL1, IL2, IL6
Tema 7. Basic principles of essay writing. Revising different types of essays: descriptive, argument, analytical, evaluative, personal experience, reflective	IL6
Tema 8. Developing written accuracy: punctuation, spelling, cohesive and coherent devices, precise selection of terms.	IL6
Tema 9. The report layout: abstract, introduction, method, materials, results and discussion, conclusion and bibliographical references. Writing a civil engineering (laboratory) report.	IL6
Tema 10. The layout of letters in academic and professional contexts: addresses, salutation, main body, ending and closing stages.	IL6
Tema 11. Referencing bibliographical sources in civil engineering	IL6
Capítulo III. Listening skills in academic and professional English for civil engineering	
Tema 12. Listening to lectures (I). **12.1.** Predicting lecture content from the introduction. **12.2.** Identifying main and subsidiary ideas. Digressions.	IL3 IL4
Tema 13. Listening to lectures (II). **13.1.** Note taking using abbreviations and symbols. **13.2.** Organizing notes.	
Capítulo IV. Speaking skills in academic and professional English for civil engineering	
Tema 14. Pronunciation: learning the phonemic symbols (phonetic transcription practice).	IL3
Tema 15. Oral presentations: **15.1.** Developing communicative strategies focused on the purpose, organizational aspects and linguistic features. **15.2.** Preparing an oral presentation. Objective, audience, venue, time and length, method, content. Structure. Introduction, body of the presentation, conclusions, question and answer session. Use of spoken language, body language, visual aids. Delivering an oral presentation.	IL8
Tema 16. Presenting information orally from texts and grapas.	IL8

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
Tema 17. Participating in seminars **17.1.** Agreeing and disagreeing. **17.2.** Building an argument. **17.3.** Summarizing the outcome of a discussion	IL3
Capítulo V. Translation skills in academic and professional English for civil engineering	
Tema 18. Clarity and accuracy in civil engineering translation. Interpreting and translating civil engineering texts from English into Spanish and from Spanish into English	IL7

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

(1) Enseñanza Presencial: Clase de teoría:

Se impartirán clases participativas e interactivas con uso de medios multimedia, empleándose la siguiente metodología en la que se fundamentan las actividades: método comunicativo orientado a la realización de tareas, método expositivo, método interactivo “Role-play”, aprendizaje basado en tareas, aprendizaje orientado a proyectos, aprendizaje cooperativo y porfolio lingüístico.

Clases prácticas Presencial:

En el Aula Multimedia de Idiomas mediante soporte tecnológico

Prácticas de laboratorio o de campo:

Trabajo autónomo:

Trabajo en grupo:

Tutorías

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

(2) Enseñanza No Presencial: Clase de teoría y Clases Prácticas:

Se impartirán clases participativas e interactivas a través de medios telemáticos, empleándose la siguiente metodología en la que se fundamentan las actividades: método comunicativo orientado a la realización de tareas, método expositivo, método interactivo “Role-play”, aprendizaje basado en tareas, aprendizaje orientado a proyectos, aprendizaje cooperativo. Uso de plataformas de enseñanza y tecnológicas como Moodle UPM, Blackboard Collaborate, OneDrive, Google Drive, Teams, Zoom y Canales de vídeo como You Tube.

Tutorías

Por medio de la Plataforma Moodle UPM, Foros y a través del Correo electrónico

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

L.G. ALEXANDER. Longman Advanced Grammar. Reference and Practice. 2008

P. Duran, G.Cuadrado, J.Pierce, A. Roldán, P.Ubeda, M. Robisco and J. Santiago. Academic and professional ELP for higher education and professional language learners’ purposes. Madrid: Endymion, 2009

M. HEWINGS. Advanced Grammar in Use. Cambridge University Press. 2008

M. SWAN. Practical English Usage. Oxford University Press. 2005

English for the Energy Industries. Garnet Education. 2006

English for Environmental Science in Higher Education Studies. Garnet Education. 2009

Bibliografía complementaria:

Nuevo Diccionario Politécnico de las Lenguas Española e Inglesa. Editorial Díaz de Santos. 2008

F. BEIGBEDER. Diccionario técnico Inglés-Español/Español-Inglés. Editorial Díaz de Santos. 2006

Extended Writing and Research Skills (English for Academic Study). Garnet Education. 2009

English for Academic Study: Speaking. Garnet Education. 2009

English for Academic Study: Listening. Garnet Education. 2009

English for Academic Study: Reading. Garnet Education. 2009

Pronunciation. Garnet Education. Revised Edition. 2009

Recursos Web:

http://www.bbc.co.uk/worldservice/learningenglish

http://www.englishpage.com

http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig

http://www.wordreference.com (dictionary)

http://www.answers.com (dictionary)

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	Introducción a la asignatura y Tema 1 2 h 10 min	Ejercicios tema 1 2 h 10 min		Estudio tema 1 5 h 40 min			10 h
2	Temas 2 y 3 2 h 10 min		Prácticas temas 2 y 3 2 h 10 min	Estudio temas 2 y 3 5 h 40 min			10 h
3	Tema 4 2 h 10 min		Prácticas tema 4 1 h 05 min	Estudio tema 4 5 h 40 min	Ejercicio multimedia temas 1 a 4 1 h 05 min		10 h
4	Temas 5 y 6 3 h 15 min	Ejercicios temas 5 y 6 1 h 05 min		Estudio temas 5 y 6 5 h 40 min			10 h
5	Tema 7 2 h 10 min	Ejercicios tema 7 2 h 10 min		Estudio tema 7 5 h 40 min			10 h
6	Tema 8 2 h 10 min	Ejercicios tema 8 2 h 10 min		Estudio tema 8 5 h 40 min			10 h
7	Tema 9 2 h 10 min	Ejercicios tema 9 2 h 10 min		Estudio tema 9 5 h 40 min			10 h
8	Temas 10 y 11 2 h 10 min		Prácticas temas 10 y 11 1 h 05 min	Estudio temas 10 y 11 5 h 30 min	Ejercicio multimedia temas 5 a 11 1 h 05 min		10 h
9	Temas 12 y 13 2 h 10 min		Prácticas temas 12 y 13 1 h 05 min	Estudio temas 12 y 13 5 h 40 min	Ejercicio multimedia temas 12 y 13 1 h 05 min		10 h
10							
11	Tema 14 2 h 10 min	Ejercicios tema 14 2 h 10 min		Estudio tema 14 5 h 40 min			10 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 15 2 h 10 min	Ejercicios tema 15 1 h 05 min	Prácticas tema 15 1 h 05 min	Estudio tema 15 5 h 40 min			10 h
13	Tema 15 (cont.) 2 h 10 min	Ejercicios tema 15 2 h 10 min		Estudio tema 15 5 h 40 min			10 h
14	Tema 16 1 h 05 min	Ejercicios tema 16 2 h 10 min		Estudio tema 16 5 h 30 min			8 h 45 min
15	Tema 17 1 h 05 min	Ejercicios tema 17 2 h 10 min		Estudio tema 17 5 h 40 min	Ejercicios multimedia temas 14 a 17 1 h 05 min		10 h
16	Tema 18 1 h 05 min	Ejercicios tema 18 2 h 10 min		Estudio tema 18 5 h 40 min	Ejercicios multimedia tema18 1 h 05 min		10 h
Hasta el examen				Preparación examen final 10 h 25 min	Examen final 3 h		13 h 15 min
Horas	**30 h 20 min**	**21 h 40 min**	**6 h 30 min**	**95 h 05 min**	**8 h 25 min**		**162 h**

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

Materiales de Construcción I

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001202	4,5	Común de ing. civil	Común	Español

Nombre en inglés	Construction and Building Materials I
Materia	Materiales de Construcción
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción
Web asignatura	
Periodo impartición	Tercer semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Jaime Carlos Gálvez Ruiz	Pte.	A	L, M (16:30-18:30) X (10:30-12:30)	Lº Materiales	*jaime.galvez@upm.es*
Alejandro Enfedaque Díaz	Secr.	C	L (10:30-14:30); M (9:30-13:30)	Lº Materiales	*alejandro.enfedaque@upm.es*
Eduardo Moreno Almansa		Todos	L (12-14) X (12-14 y 17-19)	Lº Materiales	*eduardo.malmansa@upm.es*
Encarnación Reyes Pozo	Vocal	A	L y J (12 -14) M (15:30-17:30) X (12-14)	Lº Materiales	*encarnacion.reyes@upm.es*
Pilar Alaejos Gutiérrez		B	M (17:30-19:30) X (18.30- 19.30)	Lº Materiales	*mariadelpilar.alaejos@upm.es*
Jesús Díaz Cuevas		B	M (Desde las 16:30)	Lº Materiales	*jesus.diaz@upm.es*
Miguel Ángel Sanjuan Barbudo.		C	M(17:30-19:30) J(17:30-21:00)	Lº Materiales	*ma.sanjuan@upm.es*
Ana Patricia Pérez Fortes		Todos	L (10-12:30) X (10-12:30)	Lº Materiales	*ana.patricia.perez@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; Química de materiales

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM 18.2	Capacidad de identificación de propiedades y selección de materiales de construcción en función del uso. Capacidad de aplicación de la normativa de control y calidad de los materiales de construcción, y comprensión de sus fundamentos.
CM19.1	Capacidad para aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimiento de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan.

Código	Competencia
CM19.2	Comprensión de los mecanismos físico-químicos que determinan las fases del ciclo de vida de los materiales de construcción (fabricación, utilización, eliminación y reciclado), su durabilidad y su incidencia en el medio ambiente.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
CT9	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	Identifica las propiedades de los materiales de construcción en función del uso y selecciona los apropiados, aplicando las leyes y principios de la Física y la Química.	CM18.2
RA2	Aplica la normativa de control y calidad de los materiales de construcción a partir de sus fundamentos.	CM18.2
RA3	Establece las necesidades de materiales de construcción de sistemas estructurales. Identifica las características microestructurales que determinan las propiedades mecánicas de los materiales de construcción.	CM 19.1
RA4	Explica los mecanismos físico-químicos que determinan las fases del ciclo de vida de los materiales de construcción (fabricación, utilización, eliminación y reciclado), su durabilidad y su incidencia ambiental.	CM19.2
RA5	Aplica técnicas de elaboración y caracterización de materiales de construcción.	CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los comportamientos químicos, físicos, mecánicos y tecnológicos de los materiales de construcción.	RA1 y RA2
IL2	Sí	Cuantifica correctamente las propiedades mecánico-resistentes de los materiales de construcción, así como también los procesos químicos, físicos y mecánicos, que tienen lugar en ellos.	RA1, RA2 y RA5
IL3	No	Relaciona el comportamiento de los materiales con el comportamiento estructural.	RA3
IL4	Sí	Resuelve correctamente problemas de dosificación de materiales así como de dimensionamiento de elementos estructurales sencillos.	RA1, RA2 y RA3
IL5	No	Conoce los mecanismos físico-químicos que determinan la evolución de las características mecánico-resistentes y de durabilidad de los materiales con el tiempo debido a cargas y al medio ambiente al que se encuentren expuestos.	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 teóricos de clase y actividades cooperativas	**30%**

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. Los ejercicios teóricos de clase consisten en una serie de cuestiones teóricas, que podrán realizarse en horario de clase para su resolución durante los últimos 15 minutos o bien fuera del horario de clase. Cada ejercicio consiste en responder individualmente a una o varias cuestiones cortas planteadas sobre el contenido de esa clase particular o de las clases anteriores.

Las actividades cooperativas consisten en la resolución de ejercicios prácticos cortos en grupos informales de tres alumnos que se realizarán en los 15-20 últimos minutos de clase. Cada grupo entregará su resultado al profesor.

Adicionalmente, el profesor realizará una prueba en clase consistente en una serie de cuestiones teóricas y prácticas, con una duración máxima de una hora y cuarenta y cinco minutos, que supondrá, en su conjunto, un 30% de la nota de PE1. Se realizará a mitad de cuatrimestre.

Criterios de calificación. La nota de PE1 estará compuesta en un 70% por los ejercicio individuales y cooperativos. El 30% restante será la obtenida en la prueba de clase de mediados de cuatrimestre.

El profesor valorará cada ejercicio de 0 a 10, igual para todos los componentes del equipo en los ejercicios cooperativos.

La nota de la PE1 supondrá, en su conjunto, un 30% de la nota final del alumno.

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

Nota: en caso de que la docencia se realice online, se realizarán actividades con entregas telemáticas

PE 2. Examen final **70%**

Descripción. Está formada por varios ejercicios de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura, que deberán realizar todos los alumnos.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se valora de 0 a 10. La nota del examen será la media de las calificaciones obtenidas en los ejercicios del mismo.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Nota: en caso de que sea preciso, el examen se realizará por medios telemáticos.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La nota final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. No obstante, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La nota mínima en PE2, para optar a la calificación por evaluación continua, será de 4 puntos.
- Los alumnos que tengan una nota igual o superior a 4 puntos en PE2, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 (30%) y PE2 (70%).
- Los alumnos que no tengan una nota igual o superior a 4 puntos en PE2, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE2 (100%).

Para superar la asignatura se deberá alcanzar una nota final igual o superior a 5 sobre 10. No obstante, la calificación final de los alumnos de evaluación continua no será inferior a la que hubiesen obtenido de aplicar los criterios de “sólo prueba final” que se indican a continuación.

7.2. Mediante “sólo prueba final” **100%**

Descripción. Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua. El examen final extraordinario se rige por este sistema de evaluación.

Criterios de calificación. Cada pregunta se valora de 0 a 10. La nota del examen será la media de la calificación obtenida en los ejercicios del mismo.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Nota: en caso de que sea preciso, el examen se realizará por medios telemáticos.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen 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
8. Contenidos específicos (temario) Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Introducción	
Tema 1. Los materiales en la historia **1.1.** Breve introducción sobre la historia de la construcción**.** **1.2.** Los materiales de construcción en la historia. **1.3.** Ciencia y tecnología de materiales. **1.4.** Aspectos económicos, científicos, tecnológicos y estéticos de los materiales. **1.5.** Organización del curso. Sistema de evaluación**.**	IL1
Tema 2. Los materiales en la ingeniería civil y la edificación **2.1.** Los materiales en las obras de Ingeniería Civil: estructuras, obras hidráulicas, carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, edificación, etc**.** Los materiales de construcción en la historia. **2.2.** La relación entre el material y la forma estructural: arcos, bóvedas, vigas, muros, columnas, láminas, etc**.** **2.3.** Nuevos materiales.	IL1, IL2, IL3
Tema 3. Constitución de la de la materia y estado sólido (repaso) **3.1.** Uniones atómicas y moleculares: enlaces iónico, covalente, metálico, y fuerza de Van der Waals**.**. **3.2.** Los estados de la materia: gaseoso, líquido y sólido. **3.3.** Energía de enlace. Fuerzas de enlace. **3.4.** Propiedades térmicas de los sólidos. **3.5.** El estado cristalino. Defectos y movimientos atómicos en sólidos cristalinos. **3.6.** El estado amorfo. **3.7.** Polímeros**.** **3.8.** Estructuras compuestas por dos o más fases**.**	IL1, IL2
Capítulo II. Propiedades de los Materiales	
Tema 4. Propiedades físicas **4.1.** Propiedades térmicas. **4.2.** Propiedades eléctricas. **4.3.** Densidad. Porosidad. Compacidad. Finura. **4.4.** Propiedades de las superficies: energía y tensión superficial, mojado, absorción, capilaridad, permeabilidad, adhesión, coloides. **4.5.** Dureza. Resistencia a la abrasión**.** **4.6.** Propiedades acústicas**.**	IL2, IL3, IL4
Tema 5. Comportamiento del material bajo tensiones (i). **5.1.** Concepto de tensión y deformación. **5.2.** Ensayo uniaxial de tracción. **5.3.** Modelos de comportamiento elástico: materiales hookeanos y no hookeanos. **5.4.** Inelasticidad. **5.5.** Resistencia a tracción**.**	IL2, IL3, IL4

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
Tema 6. Comportamiento del material bajo tensiones (ii) **6.1.** Ensayo uniaxial de compresión. **6.2.** Resistencia a compresión. **6.3.** Esfuerzo de flexión. **6.4.** Esfuerzo cortante. **6.5.** Esfuerzo de torsión. **6.6.** Resistencia frente a tensiones tangenciales.	IL2, IL3, IL4
Tema 7. Comportamiento del material bajo tensiones (iii). **7.1.** Concepto de plasticidad. **7.2.** Concepto de fractura. **7.3.** Rotura dúctil y rotura frágil. **7.4.** Tenacidad y resiliencia. **7.5.** Teorías de fallo.	IL2, IL3, IL4
Tema 8. Comportamiento del material bajo tensiones (iv). **8.1.** Concepto de reología**.** **8.2.** Viscoelasticidad. Viscoplasticidad. **8.3.** Fluencia y relajación. **8.4.** Fatiga. Factores que intervienen en la fatiga. Resistencia a la fatiga.	IL2, IL3, IL4
Capítulo III. Conocimiento de los Materiales	
Tema 9. Introducción a los materiales metálicos. **9.1.** Principios básicos de la metalurgia extractiva**.** **9.2.** Tipos de menas y formas de extracción. **9.3.** Afino de metales. Siderurgia. Las menas del hierro. **9.4.** Productos siderúrgicos: hierro, acero, fundición y aleaciones.	IL1, IL2, IL3
Tema 10. Propiedades de los materiales metálicos **10.1.** El ensayo de tracción**.** **10.2.** Relajación. **10.3.** Resistencia a compresión y cortante. **10.4.** Fatiga. **10.5.** Deformabilidad. Tenacidad. Dureza. Soldabilidad**.** **10.6.** Propiedades eléctricas. Propiedades térmicas**.**	IL2, IL3, IL4
Tema 11. El acero estructural **11.1.** Microestructura del acero e influencia en sus propiedades **11.2.** Diagrama de fases hierro-carbono. Fases del diagrama: hierro α, β, γ y δ, carbono y cementita**.** **11.3.** Estructuras constituyentes: ferrita, austenita, ledeburita, perlita, martensita, troostita, sorbita, bainita**.** **11.4.** Ejemplos de procesos de enfriamiento: aceros eutectoides, hipoeutectiodes e hipereutectoides.	IL1, IL2
Tema 12. Tratamiento del acero **12.1.** Tratamientos térmicos y químicos: curvas de las S, normalizado, temple, recocido, revenido, temple superficial, cementación, nitruración, saturación por difusión, maleabilización**.** **12.2.** Tratamientos isotérmicos: recocido isotérmico, austempering, patenting y martempering**.** **12.3.** Influencia del tratamiento mecánico en las características del acero.	IL2, IL3

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
Tema 13. La producción del acero **13.1.** Esquema general del proceso**.** **13.2.** Materias primas**.** **13.3.** Reducción del mineral de hierro: horno alto y reducción directa**.** **13.4.** Producción del acero: convertidores y horno eléctrico de arco. **13.5.** Metalurgia secundaria. La colada del acero **13.6.** Laminación en caliente. **13.7.** Transformados en frío y productos revestidos. Productos tubulares. Forja industrial. Acero moldeado. Trefilado. Mecanizado.	IL1, IL2
Tema 14. Clasificación de los productos siderúrgicos **14.1.** Hierros y ferroaleaciones**.** **14.2.** Fundiciones. **14.3.** Aceros. **14.4.** Clasificación de los aceros según la composición química: aceros no aleados, aceros inoxidables y aceros aleados**.** **14.5.** Clasificación de los aceros. Influencia de los aleantes en las propiedades de los productos siderúrgicos**.**	IL1, IL2
Tema 15. Durabilidad de los productos metálicos **15.1.** Oxidación. **15.2.** Carriles. **15.3.** Aceros para hormigón armado. **15.4.** Aceros para hormigón pretensado**.** **15.5.** Aplicaciones del cobre, cinc, plomo y aluminio	IL1, IL3
Tema 16. Los productos metálicos en la construcción **16.1.** Estructuras metálicas. **16.2.** Corrosión: fundamentos, tipos y protección. **16.3.** Corrosión bajo tensión**.** **16.4.** Corrosión-fatiga**.** **16.5.** Tolerancia al daño de pequeños defectos.	IL4, IL5
Tema 17. Materiales cerámicos (I) **17.1.** Composición y estructura de la arcilla**.** **17.2.** Proceso de fabricación de la cerámica ordinaria. **17.3.** Productos cerámicos ordinarios: ladrillos, tejas, y bovedillas **17.4.** Fábrica de ladrillo. Propiedades de la fábrica de ladrillo**.** **17.5.** Cálculo resistente de la fábrica de ladrillo. **17.6.** Tejados.	IL1, IL4, IL5
Tema 18. Materiales cerámicos (II). **18.1.** Ensayos y propiedades de ladrillos y tejas. **18.2.** Patología de las obras de fábrica de ladrillo y tejados**.** **18.3.** Otros productos: elementos para pavimentos (baldosines), azulejo, gres, cerámica armada y pretensada, refractarios, cerámica sanitaria, abrasivos, aisladores, tubos.	IL1, IL4, IL5
Tema 19. Vidrio **19.1.** Estructura del vidrio. **19.2.** Composición y clasificación de los vidrios**.** **19.3.** Fabricación del vidrio: materias primas, moldeo y tratamientos**.** **19.4.** Propiedades del vidrio. Uso del vidrio en la construcción**.**	IL1, IL2

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
Tema 20. Madera (I) **20.1.** Estructura de la madera. **20.2.** Principales maderas empleadas en la construcción. **20.3.** Propiedades de la maderas**.** **20.4.** Defectos y alteraciones de las maderas**.** **20.5.** Destrucción de la madera**.**	IL1, IL4, IL5
Tema 21. Madera (II) **21.1.** La protección de la madera**.** **21.2.** Preparación de la madera para el uso**.** **21.3.** Utilización de la madera: carpintería de armar, de taller y uniones. **21.4.** Madera laminada encolada**.**	IL1, IL4, IL5
Tema 22. Polímeros y plásticos (I) **22.1.** Estructura y composición**.** **22.2.** Termoplásticos. Termoestables. Copolímeros. Elastómeros**.** **22.3.** Plásticos reforzados con fibras. **22.4.** Procedimientos de fabricación**.** **22.5.** Propiedades físicas de los plásticos**.**	IL1, IL4, IL5
Tema 23. Polímeros y plásticos (II) **23.1.** Propiedades mecánicas **23.2.** Aplicaciones en la construcción: cubiertas y cerramientos, hidrofugantes, impermeabilizantes, aislantes térmicos y acústicos, geomembranas, geotextiles, conducciones, adhesivos, aparatos de apoyo.	IL1, IL4, IL5
Tema 24. Introducción a los materiales compuestos **24.1.** ¿Por qué los materiales compuestos? Clasificación y tipología. **24.2.** Matrices. Refuerzos. Interfases**.** **24.3.** Presente y futuro de los materiales compuestos en la Ingeniería Civil**.**	IL1, IL4, IL5
Tema 25. Propiedades mecánicas de los materiales compuestos **25.1.** Materiales compuestos reforzados con partículas**.** **25.2.** Materiales compuestos reforzados con fibras**.** **25.3.** Laminados. Criterios de rotura de materiales compuestos**.**	IL1, IL4, IL5
Tema 26. Selección de materiales y medio ambiente **26.1.** Aspectos medio-ambientales de la producción y selección de materiales**.** **26.2.** Los principios del desarrollo sostenible: materiales respetuosos con el medio, proyectos energéticamente eficaces, disminución de los riesgos para la salud y el medio**.** **26.3.** Conocimiento del ciclo de vida de los materiales de construcción para un uso racional: las materias primas, la manufactura, el reciclado, la gestión de residuos. **26.4.** Materiales de construcción y procesos asociados a los materiales que entrañan riesgos o generan residuos dañinos: minimizar el riesgo y/o impacto**.**	IL5

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

Las clases de teoría aportan los conocimientos teóricos básicos con un enfoque eminentemente práctico y apoyadas por medios audiovisuales. Se dedicará una parte de ellas, a una evaluación continua del alumno. De esta forma cada tres semanas aproximadamente se reserva una parte del tiempo al final de la clase al planteamiento y resolución de cuestiones planteadas a partir de la materia presentada.

Nota: en caso de docencia online, las clases mantendrán el contenido que se impartirá de forma telemática

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. Estas prácticas de aula plantean ejercicios de tipo práctico que, además de ilustrar y complementar la teoría, están en su mayoría relacionados casos reales de ingeniería civil. Con una frecuencia al menos semanal, se plantean problemas como actividades grupales para ser resueltas en pequeños grupos informales (3 ó 4 miembros) formados durante el transcurso de la clase, en un tiempo aproximado de 15-20 min, siendo asistidos por el profesor cuando así lo requieran.

Nota: en caso de docencia online, las clases mantendrán el contenido que se impartirá de forma telemática

Prácticas de laboratorio o de campo:

En las prácticas de laboratorio el alumno observa, experimenta y comprueba los fenómenos relativos al comportamiento mecánico de los materiales estudiados en la asignatura. En ellas el alumno establece contacto con las técnicas experimentales de caracterización de las propiedades de los materiales.

Trabajo autónomo:

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

Trabajo en grupo:

Se planteará un trabajo en grupo abierto y de cierta complejidad, para estudiar en profundidad algún tema relevante de los materiales de construcción. Los alumnos deberán hacer este trabajo fuera de clase, y después tendrán que exponerlo en público frente a sus compañeros. Para la exposición pública de trabajos se organizarán sesiones de una hora en horario extraescolar en las que cuatro grupos expondrán sus estudios durante un cuarto de hora cada uno.

Para ayudar a su realización se organizará un taller de trabajo en grupo de una hora de duración, en horario extraescolar para organizar y trabajar las entregas de grupo, con el apoyo del profesor para orientarles en las dudas.

Estos trabajos podrán desarrollarse por medios telemáticos si fuera preciso, sustituyendo a las actividades presenciales.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para controlar la evolución del trabajo personal del alumno y resolución de dudas.

Conferencias

Se propone organizar una conferencia impartida por un profesional de prestigio, en la que se presenten los aspectos aplicados de los materiales de construcción en la actualidad, así como su relación con los diversos tipos de estructuras y obras

Viaje de prácticas

Se procurará organizar un viaje de prácticas en coordinación con el resto de asignaturas de segundo curso con una duración de dos días.

Formación online

En la plataforma Moodle la asignatura tiene un espacio donde los alumnos pueden acceder a diversa información y actividades de la asignatura destinada al autoestudio y autoevaluación.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Arredondo, *Generalidades sobre Materiales de Construcción*, Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 1990.

Alamán, *Materiales Metálicos*, Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 2000.

Arredondo, *Piedras, Cerámica y Vidrio*, Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 1991.

Arredondo, *Madera y Corcho*, Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 1992.

Gálvez y Lucea, *Problemas de Materiales de Construcción*, Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 2010.

Llorca y Gálvez, *Problemas de Materiales Compuestos*, Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 2000.

Bibliografía complementaria:

Bengoa, E., González, J., Polanco, J. y Villa, M., *Materiales de Construcción*, Universidad de Cantabria, 1989.

Argüelles, R., Argüelles, R., Arriaga, F., Atienza, J., *Estructuras de Acero*, Bellisco, Madrid, 1999.

Callister, William D., *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*, Limusa, 2009.

Askeland, Donald R., *Ciencia e ingeniería de los materiales,* Paraninfo, 2001.

Ramos Carpio, M. A., *Ingeniería de los materiales plásticos*, Díaz de Santos, 1988.

Gibson, F., *Principles of Composite Material Mechanics*, McGraw-Hill, Nueva York, 1994.

Recursos Web:

En la plataforma Moodle aparecerán periódicamente documentos para completar la información.

Equipamiento específico:

Biblioteca de la escuela y de la asignatura de Materiales de Construcción.

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1, 2 y 3 3 h 15 min			Estudio de los temas 1, 2 y 3 3 h 15 min	Control de repaso 30 min		7 h
2	Temas 4 y 5 2 h 10 min	Problemas de los temas 4 y 5 1 h 05 min		Estudio de los temas 4, 5 y sus ejercicios. 3 h 45 min			7 h
3	Tema 6 1 h 05 min	Problemas de los temas 5 (cont.) y 6. 1 h 05 min		Estudio del tema 6 y ejercicios. 3 h 35 min			5 h 45 min
4	Temas 7 y 8 2 h 10 min	Problemas de los tema 7 y 8. 1 h 05 min		Estudio de los temas 7, 8 y sus ejercicios. 3 h 45 min			7 h
5	Temas 9 y 10 2 h 10 min	Problemas del tema 10. 1 h 05 min		Estudio de los temas 9 y 10 y sus ejercicios. 3 h 45 min			7 h
6	Temas 11 y 12 2 h 10 min	Problemas del tema 10 (cont.) 1 h 05 min		Estudio del tema 11, 12 y ejercicios. 3 h 45 min			7 h
7	Tema 13 1 h 05 min	Problemas del tema 11 1 h 05 min		Estudio del tema 13 y ejercicios. 3 h 35 min			5 h 45 min
8	Temas 14 y 15 2 h 10 min	Problemas del tema 12 1 h 05 min		Estudio de los temas 14, 15 y ejercicios. 3 h 45 min			7 h
9	Tema 16	Problemas del tema 15		Estudio del tema 16 y ejercicios			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
	2 h 10 min	1 h 05 min		3 h 45 min			
10				Preparación del control 3 h	Control intermedio 3 h		6 h
11	Temas 17 y 18. 2 h 10 min	Problemas de los temas 17 y 18. 1 h 05 min		Estudio de los temas 17 y 18 y ejercicios. 3 h 45 min			7 h
12	Temas 18 (cont.) y 19 2 h 10 min	Problemas del tema 18 (cont.) 1 h 05 min		Estudio de los temas 18 (cont.) y 19 y ejercicios. 3 h 45 min			7 h
13	Temas 20 y 21. 2 h 10 min	Problemas del tema 20 y 21. 1 h 05 min		Estudio de los temas 20 y 21 y ejercicios. 3 h 45 min			7 h
14	Temas 22 y 23 2 h 10 min	Problemas del tema 20 y 21. 1 h 05 min		Estudio de los temas 22 y 23 y ejercicios. 3 h 45 min			7 h
15	Temas 24 y 25 2 h 10 min	Problemas del tema 25. 1 h 05 min		Estudio de los temas 24 y 25 y ejercicios. 3 h 45 min			7 h
16	Temas 25 (cont.) y 26 2 h 10 min			Estudio de los temas 25 (cont.) y 26 y ejercicios. 3 h 35 min			5 h 45 min
Hasta el examen				Preparación examen final 8 h 15 min	Examen final 6 h		14 h 15 min
Horas	**31 h 25 min**	**14 h 05 min**		**66 h 30 min**	**9 h 30 min**		**121 h 30 min**

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

Teoría de Campos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001201	4,5	Formación Científico Técnica	Común	Español

Nombre en inglés	Field Theory
Materia	Modelos matemáticos de la ingeniería civil
Departamento	Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil y Naval
Web asignatura	
Periodo impartición	Tercer semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Carlos Castro Barbero	Pte.	A	L y M (9:30 - 12:30)	Torre 6ª	*carlos.castro@upm.es*
David González Álvaro	Secr..	CyD	J y V (10:00-13:00)	Torre 2ª	*David.gonzalez.alvaro@upm.es*
Luis Maire Martín	vocal	B	J y V (10:00-13:00)	Torre 2ª	*Luis.maire@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:

Álgebra lineal y geometría analítica, Cálculo I, Cálculo II, Estadística y optimización e Informática.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM11.3 (parcial)	Capacidad de aplicación de recursos de modelización físico-matemática para ingeniería civil contenidos en disciplinas (geometría vectorial y tensorial; funciones, campos y ecuaciones de la física- matemática) que integran elementos de álgebra lineal, geometría, geometría diferencial, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales.
CM45	Comprensión y asunción de los principios oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Resuelve problemas monográficos de álgebra tensorial, cálculo tensorial, geometría diferencial, teoría de campos y ecuaciones de la física-matemática acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería.	CM11.3
RA2	Selecciona recursos y resuelve problemas combinados de álgebra tensorial, geometría diferencial, teoría clásica de campos y ecuaciones de la física-matemática acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería civil.	CM45

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA3	Argumenta la resolución de problemas mediante la lógica científica y la metodología científica de las disciplinas empleadas.	CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado	
IL1	No	Efectúa correctamente operaciones con tensores tanto en componentes tensoriales como sin ellas (o de manera intrínseca). Determina la descomposición espectral de tensores simétricos y obtiene funciones de los tensores a partir ella.	RA1 RA3	RA2
IL2	No	Trabaja correctamente con componentes de campos tensoriales en los sistemas de coordenadas clásicos y aplica los operadores diferenciales clásicos de la física-matemática a los mismos	RA1 RA3	RA2
IL3	No	Calcula correctamente los elementos intrínsecos de una curva: triedro de Frenet, curvatura y torsión. Calcula las formas fundamentales de una superficie, sus curvaturas y las líneas notables sobre ella: asintóticas, de curvatura y geodésicas.	RA1 RA3	RA2
IL4	No	Discute correctamente la existencia de potencial escalar de un campo vectorial y calcula el potencial correspondiente cuando existe.	RA1 RA3	RA2
IL5	No	Discute la existencia de potencial vector en el plano y calcula su función de corriente. Discute la existencia y calcula el potencial vector de algunos campos vectoriales del espacio.	RA1 RA3	RA2
IL6	No	Expresa correctamente una solución formal de la ecuación de Poisson y la aplica a algunas distribuciones de masa continuas y discretas.	RA1 RA3	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 progresiva”

PE1. Tareas y trabajos **40%**

Descripción. El profesor podrá proponer tareas y trabajos individuales o colectivos para realizar por los alumnos dentro o fuera de clase. Estos trabajos, que pueden implicar el uso del ordenador, serán entregados en formato escrito o electrónico al profesor el día que se señale. El profesor también podrá valorar la asistencia a clase. El valor de esta parte en la nota final será de un 20%.

Parte de la evaluación tendrá en cuenta una serie de cuestionarios al final de cada bloque temático que se harán presencialmente fuera del horario de la asignatura, en las fechas que se anunciarán a través de Moodle. Si la realización presencial no fuera posible, se harán telemáticamente a través de Moodle. Los cuestionarios tienen la finalidad de que el alumno trabaje de forma particular cada bloque temático y mantenga un adecuado seguimiento de la asignatura. También servirán para evaluar el grado de aprendizaje a lo largo del curso. La media aritmética de los cuestionarios tendrá un valor de 20% de la nota total.

Criterios de calificación. El profesor podrá optar por que las tareas y trabajos sean expuestos de forma oral por los alumnos. Si no fuera posible presencialmente se realizaría por algún tipo de videoconferencia. Cada trabajo y tarea se evaluará sobre 10 puntos.

Momento y lugar: Fuera del horario lectivo, según sea la actividad a realizar. Se anunciará a través de Moodle.

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 ordinario de enero	**60%**

Descripción. Estará formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas al programa impartido. El examen será presencial, salvo que la situación de la Universidad en el momento de la prueba lo prohíba o desaconseje. En ese caso se realizará telemáticamente siguiendo alguna de las plataformas que la Universidad habilite: Moodle, Moodle-exam, etc.

Criterios de calificación. Cada pregunta 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

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

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Consiste en un único examen, que será igual al examen ordinario de enero que realizan los alumnos de evaluación continua. El examen será presencial, salvo que la situación de la Universidad en el momento de la prueba lo prohíba o desaconseje. En ese caso se realizará telemáticamente siguiendo alguna de las plataformas que la Universidad habilite: Moodle, Moodle-exam, etc.

Criterios de calificación. Cada ejercicio del examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen final será la media aritmética de las calificaciones obtenidas en 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 aprobar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Álgebra tensorial.	IL1
1.1. Álgebra vectorial. Producto escalar, producto vectorial y producto mixto. Notación indicial.	
1.2. Concepto de tensor. Tensores de primer orden. Formas lineales. Tensores de segundo orden. Diadas y formas diádicas. Tensor métrico, tensor axial. Estructura de espacio vectorial. Producto contraído y producto escalar. Tensores de orden superior.	
1.3 Bases y componentes tensoriales. Algebra tensorial en componentes. Estructura matricial de las componentes de un tensor de orden 2 Algoritmos matriciales. Cambios de base	
1.4 Estudio particular de los tensores de segundo orden. Tensores regulares y tensor inverso. Tensor traspuesto, tensores simétricos y antisimétricos. Autovalores y autovectores. Invariantes. Descomposición espectral de un tensor simétrico. Tensores ortogonales. Simetrías especulares y rotaciones. Expresión en términos de sus elementos geométricos. Descomposición polar.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 2. Campos escalares, vectoriales y tensoriales	IL2
2.1 Sistemas de coordenadas ortogonales. Coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas. Líneas coordenadas. Base natural. Cambio de sistema de coordenadas.	
2.2 Introducción a los campos tensoriales: campos escalares, vectoriales y tensoriales de segundo orden.	
2.3 Campos escalares. Superficies equipotenciales. Gradiente. Propiedades.	
2.4 Campos vectoriales. Líneas de campo. Símbolos de Chirstoffel. Derivada covariante. Gradiente. Propiedades.	
2.5 Operadores diferenciales: Divergencia y rotacional de un campo vectorial. Expresión en componentes cartesianas y curvilíneas	
2.6 Laplaciano de un campo escalar. Ecuaciones de Poisson y Laplace	
2.7 Algunas identidades útiles del cálculo vectorial	
Tema 3. Geometría diferencial de curvas y superficies	IL3
3.1 Parametrización de curvas. El parámetro arco. Longitud. Vector tangente.	
3.2 Triedro de Frenet. Fórmulas de Frenet: curvatura y torsión. Vector de Darboux	
3.3 Parametrización de superficies. Base natural. Vector normal. Tensor métrico de superficie y Primera Forma Fundamental.	
3.4 Curvas sobre una superficie regular. Curvatura normal y geodésica. Segunda forma fundamental. Curvatura de Gauss y media.	
Tema 4. Integración y teoremas integrales	IL4
4.1 Integración de campos escalares sobre curvas y superficies.	
4.2 Orientación de curvas y superficies. Integración de campos vectoriales.	
4.3 Teorema de Green. Aplicaciones.	
4.4 Teorema de Stokes o del rotacional. Aplicaciones.	
4.5 Teorema de Gauss o de la divergencia. Aplicaciones.	
Tema 5. Teoría del potencial	
5.1. Teoría del potencial escalar. Existencia y cálculo.	IL4
5.2 Teoría del potencial vector en el plano. Función de corriente.	IL4
5.3 Potencial vector de algunos campos vectoriales en el espacio.	IL4

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos. En caso de que la actividad presencial se suspenda ser las clases se impartirán por medios telemáticos.

Clases prácticas:

En las clases prácticas el profesor resolverá ejercicios señalados de las Hojas de enunciados correspondientes. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor y, en ocasiones, el alumno trabajará en un problema, que podrá exponer, seguidamente, a sus compañeros, asesorado por el profesor en caso necesario.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Si el profesor las considera necesarias, estas se realizarán en el Laboratorio de Matemáticas.

Trabajos autónomos:

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

Trabajos en grupo:

Si el profesor considera bueno para los alumnos la realización de tareas en grupo, estas(os) serán diseñados para este fin.

Tutorías

El profesor señalará unas horas y unos lugares de atención al alumno para resolver sus dudas. En ocasiones, en esas horas, el profesor puede citar a algunos alumnos para explicar los trabajos entregados.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

D.A. Danielson, *Vectors and Tensors in Engineering and Physics*, Addison-Wesley, 2002 (2 edición).

J.E. Marsden y J.A. Tromba, *Cálculo vectorial*. Ed. Pearson-Adison Wesley, 2011 (5 edición)

S. Lipschutz, *Geometría diferencial*, McGrawHill (1991)

Bibliografía complementaria:

N. Kemmer, Análisis Vectorial, (matemáticas de los campos tridimensionales para físicos). Ed. Reverté, 2002.

D. Fleisch, A Student Guide to Vectors and Tensors. Cambridge University Press, 2012 (9th ed. 2018).

L. A. Santaló, *Vectores y Tensores con sus aplicaciones*, Ed. EUDEBA, Buenos Aires, 1993

Recursos Web:

Aplicación en Moodle

El material o documentación que se juzgue conveniente se colgará en la página web de la asignatura, en el servidor de la Escuela, o en páginas web propias del profesor que lo desee, que serán oportunamente anunciadas.

Equipamiento específico:

Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y Biblioteca del Departamento de Matemáticas e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil.

Los profesores podrán elaborar notas de clase y/o diapositivas para la proyección en el aula, de las que podrán dejar copia en moodle, para que los alumnos puedan contrastar sus propios apuntes de clase.

Los programas informáticos OCTAVE y MATLAB, podrán ser herramientas auxiliares con las que operar.

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h 10 min	Ejercicios de la Práctica 1 (Álgebra tensorial) 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
2	Tema 1 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 1 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
3	Tema 1 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 1 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
4	Tema 1 y 2 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 1 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
5	Tema 2 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 2 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
6	Tema 2 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 2 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
7	Tema 2 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 2 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
8	Tema 2 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 2 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
9	Tema 2 y 3 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 2 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
10				Preparación de primera prueba parcial 4 h 30 min	Primer test 1 h		6 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 3 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 3 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
12	Tema 3 y 4 1 h 05 min	Ejercicios de Práctica 3 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 20 min			5 h 30 min
13	Tema 4 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 4 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
14	Tema 4 1 h 05 min	Ejercicios de Práctica 4 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 20 min			5 h 30 min
15	Tema 4 y 5 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 4 1 h 05 min		Estudio de la asignatura 3 h 30 min			6 h 45 min
16	Tema 5 2 h 10 min	Ejercicios de Práctica 5 1 h 05 min		Preparación de la segunda prueba parcial 7 h 15 min	Segundo test 1 h		10 h 30 min
Hasta el examen				Preparación examen final 10 h	Examen Final 2 h 30 min		13 h
Horas	**30 h 20 min**	**16 h 15 min**		**70 h 25 min**	**4 h 30 min**		**121 h 30 min**

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

Topografía y Cartografía

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001206	4,5	Común de ing. civil	Común	Español

Nombre en inglés	Topography and Cartography
Materia	Topografía
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	Moodle UPM
Periodo impartición	Tercer semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Sergio Álvarez Gallego	Vocal	Todos	L y V (10:00 – 13:00)	Labor.	*sergio.alvarez@upm.es*
Rubén Martínez Marín	Pte.	Todos	M, X y J (10 a 14)	Labor.	*ruben.martinez@upm.es*
Miguel Marchamalo Sacristán	Secr.	Todos	M y X (11 - 14) J (11 - 13)	Labor.	*miguel.marchamalo*@upm.es
José A. Sánchez Sobrino		Todos	L (16 - 19)	Labor.	*joseantonio.sanchezs@upm.es*
Juan C. Ojeda Manrique		Todos	L y M (18 - 20)	Labor.	*juancarlos.ojeda@upm.es*
Juan G. Rejas Ayuga		Todos	X (17 - 20)	Labor.	*juangregorio.rejas@upm.es*
Miguel García Gómez		Todos	M (16 - 19)	Labor.	*miguel.garciag@upm.es*
Sara Martínez Delgado		Todos	M y J (10 a 13)	Labor.	*s.martinezd@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:

Álgebra lineal y geometría analítica, Cálculo I, Informática; Expresión gráfica; Física.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Todos los conceptos básicos relacionados con las matemáticas, la geometría, el dibujo técnico, diseño gráfico y la trigonometría, además de conocimientos básicos de informática a nivel de usuario.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM17.1 (parcial)	Obtiene mediciones, elabora planos, establece trazados, lleva al terreno geometrías definidas y controla movimientos de estructuras u obras de tierra, aplicando conceptos y técnicas de Topografía y Cartografía.
CM17.2	Aplica los conceptos y técnicas de Astronomía, Geodesia, Modelos Digitales del Terreno y Sistemas de Información Geográfica que fundamentan, complementan y potencian las técnicas topográficas y cartográficas. Incorpora el método experimental a las técnicas topográficas
CT3	Capacidad de actuar con efectividad como miembro de equipos interdisciplinares. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del real decreto.

Código	Competencia
CT9	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relacionados con la ingeniería civil.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Resuelve problemas topográficos y de mediciones. Interpreta la cartografía y la relación con la geodesia. Plantea soluciones para la integración de datos topográficos obtenidos con diferentes instrumentos.	CM17.1
RA2	Relaciona y aplica los conceptos y técnicas de Astronomía, Geodesia, Modelos Digitales del Terreno y Sistemas de Información Geográfica que son necesarios para desarrollar los trabajos relacionados con las técnicas topográficas y cartográficas.	CM17.2
RA3	Diseña, analiza e interpreta la cartografía y planos topográficos relacionados con la ingeniería civil. Es capaz de desarrollar nuevos métodos de forma autónoma o liderando un equipo multidisciplinar.	CT3, CT5 y CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Maneja y aplica los conceptos de la topografía y cartografía para la resolución de problemas de mediciones en ingeniería civil. Relaciona todas las disciplinas involucradas en el área de conocimiento para potenciar su aplicación en la ingeniería civil.	RA1 y RA2
IL2	Sí	Es capaz de obtener datos topográficos en campo para elaborar un plano topográfico. Conoce la relación con la geodesia y la fotogrametría.	RA1, RA2 y RA3
IL3	Sí	Es capaz de realizar un replanteo en campo partiendo de un plano topográfico.	RA1, RA2 y RA3
IL4	Sí	Maneja y aplica las aplicaciones informáticas relacionadas con los modelos digitales y la cartografía para confeccionar y editar planos topográficos y realizar estudios y cálculos.	RA1, RA2 y 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 y participación **10%**

Descripción: Consiste en la asistencia y participación en la exposición magistral de la teoría y, fundamentalmente, en la exposición de la resolución de problemas.

Criterios de calificación: Se valorará en función del porcentaje de asistencia y de la frecuencia e interés de la participación del alumno en las clases ordinarias. Se valorará entre 0 y 10 puntos.

Momento y lugar: En la propia aula de clase, de forma continua durante todo el semestre.

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. Prácticas de campo y modelos digitales del terreno (MDT).	**30%**

Descripción. Esta prueba consta de dos bloques:

1º Prácticas de campo (15%): Consisten en 6 prácticas de 2 horas de duración, asistidas por al menos un profesor, para el aprendizaje de la instrumentación de campo y la obtención de datos topográficos y replanteos.

2º Prácticas MDT (15%): Consisten en 4 prácticas de 2 horas de duración, asistidas por al menos un profesor, para el aprendizaje de la aplicación informática que permite generar y editar modelos digitales del terreno.

Criterios de calificación. Cada bloque de prácticas se valorará de forma individual mediante entregas parciales y un informe final por alumno. La calificación de estas prácticas será la media aritmética de los dos bloques de prácticas y se valorará de 0 a 10 puntos. La asistencia a las prácticas es de carácter obligatorio. Será necesario aprobar las prácticas (obtener una calificación igual o superior a 5,0 en cada bloque) para optar a aprobar la asignatura sin necesidad de volver a tener que examinarse de esta parte en el examen final.

Momento y lugar: Las prácticas de MDT se realizarán en el laboratorio, en grupos de 30 alumnos como máximo y las prácticas de campo se realizarán en el campo de prácticas, en grupos de 10 alumnos como máximo. Los horarios se indicarán previamente.

PE3. Examen parcial	**30%**

Descripción. Consiste en la realización de un examen, cuya duración será de una 1 hora y media aproximadamente, en que se plantean varios ejercicios sobre aspectos teóricos y prácticos de la parte de la asignatura tratada hasta ese momento.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10 puntos. La calificación del examen será la media aritmética de los ejercicios que lo componen. Será necesario obtener una calificación igual o superior a 3,0 para optar a aprobar la asignatura sin necesidad de volver a tener que examinarse de esta parte en el examen final.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE4. Examen final	**30%, 60% o 90%**

Descripción. Consiste en un único examen, cuya duración será de unas 3 horas. Este examen está dividido en tres partes. En primer lugar, se examinará a todo el mundo del segundo parcial (peso 30%). En segundo lugar, se examinará a los que no alcanzaron el 3,0 en el examen parcial (PE3). Por último, se examinarán los que tengan las prácticas de campo y/o MDT suspensas (PE2)

Criterios de calificación. Cada parte del examen se califica por separado. Será necesario obtener una calificación igual o superior a 5,0 en cada bloque de prácticas, 3,0 en ambos parciales y 4,0 en la media aritmética de ambos parciales para optar la asignatura.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso, concretamente PE1 (10%), PE2 (30%), PE3 (30%) y el segundo parcial del examen final PE4 (30%).

Para superar la asignatura se debe alcanzar una calificación final igual o superior a 5,0 sobre 10, además de cumplir con las calificaciones mínimas indicadas previamente. No obstante, la calificación final por “evaluación continua” no será inferior a la que resultase de aplicar los criterios de la evaluación mediante "sólo prueba final" que se indican a continuación".

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. Consiste en un único examen igual al examen final completo indicado para la evaluación continua. En este caso el primer y segundo parcial con peso total 70% y las prácticas con peso total 30% (15% MDT y 15% prácticas de campo).

Criterios de calificación. Cada parte se valorará de 0 a 10 puntos. Para optar al aprobado es necesario superar la parte de prácticas de campo y MDT, con 5,0 puntos o más, y obtener 4,0 puntos o más en la parte teórico-práctica.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será la obtenida directamente en el examen final, como media ponderada con los pesos ya indicados. Se aprueba la asignatura si la calificación final es igual o superior a 5,0 además de cumplir las calificaciones mínimas indicadas para cada parte. En caso de tener algún bloque de prácticas aprobado por evaluación continua se mantendrá la calificación obtenida, no así con las calificaciones de la parte teórico-práctica.

NOTAS IMPORTANTES: ***En cualquiera de las dos opciones, "evaluación continua" o "prueba final", la obtención de un CERO en cualquier ejercicio puntuable elimina la posibilidad de aprobar la asignatura.***
Las pruebas de evaluación podrán ser telemáticas, conservando los mismos esquemas que las tradicionales y siempre que las circunstancias obliguen a ello.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Fundamentos y teoría de errores	
Tema 1. Fundamentos **1.1.** Escalas. Plano topográfico y mapa **1.2.** Cota, altitud y desnivel. Influencia de la curvatura terrestre en altimetría **1.3.** Ejes y ángulos **1.4.** Acimut y rumbo **1.5.** Unidades utilizadas **1.6.** Distancia natural y reducida. Superficie real y útil **1.7.** Límite de percepción visual y su relación con la escala	IL1
Tema 2. Teoría de errores **2.1.** Precisión y exactitud **2.2.** Cifras significativas **2.3.** Medidas directas e indirectas **2.4.** Causas del error **2.5.** Tipos de errores **2.6.** Componentes del error **2.7.** Valor más probable **2.8.** Errores: Probable, medio aritmético y medio cuadrático **2.9.** Distribución de los errores aleatorios **2.10.** Intervalo de confianza y descarte de observaciones **2.11.** Transmisión de errores **2.12.** Ajuste por mínimos cuadrados	IL1
Capítulo II. Instrumentación	
Tema 3. Instrumentación **3.1.** La estación total. Funcionamiento y errores asociados **3.2.** El nivel. Funcionamiento y errores asociados **3.3.** El GPS. Principios y aplicaciones. Precisión.	IL1
Capítulo III. Métodos topográficos	
Tema 4. Métodos planimétricos **4.1.** Itinerario. Encuadrado y cerrado **4.2.** Errores y compensación **4.3.** Radiación. Errores **4.4.** Intersección directa. Elipse de error	IL1
Tema 5. Métodos altimétricos y taquimetría **5.1.** Nivelación geométrica por el punto medio **5.2.** Itinerario encuadrado y cerrado **5.3.** Errores y compensación. Error kilométrico **5.4.** Nivelación trigonométrica. Taquimetría **5.5.** Eje corto y eje largo. Errores **5.6.** Visuales recíprocas y simultáneas	IL1
Capítulo IV. Geodesia y Cartografía	

Tema 6. Geodesia **6.1.** La forma de la Tierra **6.2.** Elipsoides de referencia y sistemas de referencia **6.3.** Radios de curvatura **6.4.** Reducción de distancias al elipsoide **6.5.** Esfera de Gauss. Trigonometría esférica **6.6.** Sistema geodésico **6.7.** Problema directo e inverso **6.8.** Cambio de sistema de referencia **6.9.** Redes geodésicas	IL1
Tema 7. Cartografía **7.1.** Anamorfosis y escala local **7.2.** Clasificación de las proyecciones **7.3.** Desarrollo cilíndrico conforme (Proyección Mercator) **7.4.** Proyección UTM (Universal Transverse Mercator) **7.5.** Los mapas MTN50 y MTN25 **7.6.** Cálculo de la distancia real y el acimut	IL1
Capítulo V. Introducción a la Astronomía, Fotogrametría y SIG	
Tema 8. Introducción a la Astronomía de posición **8.1.** Conceptos básicos y definiciones **8.2.** Movimientos de la Tierra. La eclíptica. Coordenadas astronómicas **8.3.** El día solar y sidéreo **8.4.** Husos horarios y tiempo universal coordinado (TUC)	IL1
Tema 9. Introducción a la Fotogrametría **9.1.** Conceptos básicos y definiciones **9.2.** Orientaciones: Interna, relativa y absoluta **9.3.** Sistemas de coordenadas: fotografía y terreno **9.4.** Aerotriangulación y puntos de apoyo **9.5.** Rectificación y ortofotografías	IL1
Tema 10. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica **10.1.** Introducción. Tipos de SIG **10.2.** Topologías: Puntual, lineal y superficial **10.3.** Definición de polígonos y propiedades asociadas **10.4.** Operaciones con polígonos **10.5.** Mapas temáticos	IL1, IL4
Prácticas de campo **1.** Instrumentos. Lecturas **2.** GPS **3.** Itinerario planimétrico **4.** Radiación **5.** Nivelación. Itinerario altimétrico **6.** Plano topográfico	IL2, IL3
Prácticas de modelos digitales del terreno (MDT) **1.** Funcionamiento de la aplicación. Comandos básicos **2.** Importación de datos desde la estación total **3.** Creación del MDT. Generación de secciones. Mediciones **4.** Obtención de planos	IL1, IL4

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. Estas clases se ajustarán a dos tipologías diferentes. En primer lugar aquellas en las que el profesor expondrá la resolución de un problema con la ayuda o participación de los alumnos y, en segundo lugar, aquellas en las que el alumno, de forma individual, realizará los ejercicios y que posteriormente expondrá el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Se realizarán dos bloques de prácticas. Un primer bloque destinado al manejo de los instrumentos y la captura de datos de campo y replanteo. Un segundo bloque enfocado al aprendizaje del manejo de aplicaciones MDT dirigidas a la generación de planos topográficos.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y podrá resolver los ejercicios propuestos. Realizará los dos bloques de prácticas con elaboración de los informes finales, captura de datos de campo y confección del modelo digital del terreno.

Trabajo en grupo:

Tanto las prácticas de campo como las prácticas de MDT son individuales, aunque el alumno podrá apoyarse en los profesores y en sus compañeros para estudiar o resolver dudas.

Tutorías

El profesor está a disposición de los alumnos en el Laboratorio de Topografía y Geomática los días y horas indicados en la “Guía del Alumno” que edita la Jefatura de Estudios.

NOTA IMPORTANTE. ***Los contenidos teórico-prácticos y las clases de modelos digitales del terreno podrán impartirse telemáticamente, manteniendo los mismos contenidos y siempre que las circunstancias obliguen a ello*.**

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Ed. Garceta *“Topografía en ingeniería civil. Prácticas de campo” (2018)*
Ed. Garceta *“Modelos digitales del terreno en ingeniería civil (MDT) Civil 3D” (2018)*
Ed. Bellisco *“Topografía aplicada” (2011)*

Bibliografía complementaria:

Ed. Bellisco. Martínez Marín, R. et al. *Formulario de Topografía, Geodesia y Fotogrametría.*

Ed. Paraninfo. Chueca Pazos, M. et al. *Métodos topográficos*.

Ed. Paraninfo. Chueca Pazos, M. et al. *Teoría de errores e instrumentación*.

Ed. UPV. Lerma, J. L. *Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital”*.

Recursos Web:

Área Virtual de la pág. web de la UPM. Aplicación en Moodle

Equipamiento específico:

Dos salas de ordenadores
Catorce estaciones totales (varias marcas), totalmente equipadas
Dos unidades GPS para trabajo diferencial
Catorce niveles (varias marcas), totalmente equipados

Equipamiento personal:

El alumno deberá disponer de un ordenador para poder realizar el trabajo individual.

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 (1ª) 1 h 05 min			Estudio y Ejercicios 1 h 10 min			2 h 15 min
2	Tema 2 (1ª y 2ª) 2 h 10 min	Ejercicios examen 1 h 05 min	1ª práctica campo (PC) 1 h	Estudio y 1ª práct. PC 2 h 30 min + 1 h PC			7 h 45 min
3	Temas 2 y 3 (3ª y 4ª) y (1ª) 3 h 15 min		1ª práctica MDT 1 h	Estudio y 1ª práct. MDT 2 h 30 min + 2 h MDT			8 h 45 min
4	Tema 3 (2ª y 3ª) 2 h 30 min	Ejercicios examen 1 h 05 min	2ª práctica campo (PC) 1 h	Estudio y 2ª práct. PC 2 h 30 min + 1 h PC			7 h 45 min
5	Temas 3 y 4 (4ª) y (1ª y 2ª) 3 h 15 min		2ª práctica MDT 1 h	Estudio y 2ª práct. MDT 2 h 30 min + 2 h MDT			8 h 45 min
6	Tema 4 (3ª y 4ª) 2 h 10 min	Ejercicios examen 1 h 05 min	3ª práctica campo (PC) 1 h	Estudio y 3ª práct. PC 2 h 30 min + 1 h PC			7 h 45 min
7	Tema 5 (1ª, 2ª y 3ª) 3 h 15 min		3ª práctica MDT 1 h	Estudio y 3ª práct. MDT 2 h 30 min + 2 h MDT			8h 45 min
8	Temas 5 y 6 (4ª) y (1ª) 2 h 10 min	Ejercicios examen 1 h 05 min	4ª práctica campo (PC) 1 h	Estudio y 4ª práct. PC 2 h 30 min + 1 h PC			7 h 45 min
9				Estudio de la prueba parcial 6 h	Prueba parcial 1 h 30 min		7 h 30 min
10	Tema 6 (2ª, 3ª y 4ª) 3 h 15 min		4ª práctica MDT 1 h	Estudio y 4ª práct. MDT 2 h 30 min + 2 h MDT			8 h 45 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 7 (1ª y 2ª) 2 h 10 min	Ejercicios examen 1 h 05 min	5ª práctica campo (PC) 1 h	Estudio y 5ª práct. PC 2 h 30 min + 1 h PC			7 h 45 min
12	Tema 7 (3ª y 4ª) 2 h 10 min			Estudio y Ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
13	Temas 8 y 9 (1ª) y (1ª) 2 h 10 min	Ejercicios examen 1 h 05 min	6ª práctica campo (PC) 1 h	Estudio y 6ª práct. PC 2 h 30 min + 1 h PC			7 h 45 min
14	Temas 9 y 10 (2ª) y (1ª y 2ª) 3 h 15 min			Estudio y Ejercicios 3 h 30 min			6 h 45 min
15 (ver nota 3)				Elabora.informe PC+MDT 5 h		Jornadas empresas 2 h 30 min	7 h 30 min
16 (ver nota 3)				Realización del informe MDT y del informe PC 4 h			4 h
Hasta el examen				Estudio del examen final 6 h	Examen final 1 h 30 min		7 h 30 min
Horas	**32 h 30 min**	**6 h 30 min**	**10 h**	**53 h + 14 PC y MDT**	**3 h**	**2 h 30 min**	**121 h 30 min**

NOTA **1.** Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.
2. Algunas de las prácticas se realizarán en horario de mañana para poder impartirlas con luz natural y en grupos de 10 alumnos como máximo.
3. Las clases finalizan antes del final del curso para compensar por las clases de laboratorio y prácticas de campo.

Cuarto Semestre

Ecuaciones Diferenciales

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001207	4,5	Científico- técnica	Común	Español

Nombre en inglés	Differential equations
Materia	Matemáticas
Departamento	Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil y Naval
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
José L. Romero Martín	Presi-dente	A	L (17:30-19:30),M(19:00-21:00) y X(16:00-18:00)	Lab. Mat	*jlromero@fi.upm.es*
Sagrario Lantarón Sánchez	Secrt.	B	J y V (12:00-15:00)	Torre 6ª	*sagrario.lantaron@upm.es*
Carlos Corona Rubio	Vocal	C	X(16:00-19:00) V(17:30-20:30)	2ª planta	*carlosmanuel.corona@upm.es*
Dos profesores más		D			

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

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Álgebra lineal y geometría Analítica; Cálculo I; Cálculo II, Estadística y Optimización, Informática, Teoría de Campos

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM11.3 (parcial)	Capacidad de aplicación de recursos de modelización físico-matemática para ingeniería civil contenidos en disciplinas (geometría vectorial y tensorial; funciones, campos y ecuaciones de la física- matemática) que integran elementos de álgebra lineal, geometría, geometría diferencial, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales.
CM45	Comprensión y asunción de los principios oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo

NOTA. Las competencias CM11.1 y CM11.2 lo son para la materia de Matemáticas en su conjunto. Aquí se indica la parte que corresponde a esta asignatura en particular.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Resuelve problemas monográficos de Ecuaciones diferenciales acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería.	CM11.3
RA2	Selecciona recursos y resuelve problemas combinados de Ecuaciones diferenciales acordes con el papel de estas disciplinas en ingeniería civil.	CM11.5
RA3	Argumenta la resolución de problemas mediante la lógica científica y la metodología científica de las disciplinas empleadas.	CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Si	Conoce los modelos basados en ecuaciones diferenciales más comunes, sus características y sabe identificar cada situación con el modelo más adecuado.	RA1, RA2, RA3
IL2	Si	Modeliza y resuelve problemas de ecuaciones diferenciales.	RA2, RA2, RA3
IL3	No	Conoce los modelos numéricos básicos para la aproximación de ecuaciones diferenciales y sus propiedades	RA1
IL4	No	Implementa los modelos de aproximación numérica de ecuaciones diferenciales	RA1, 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 progresiva"

PE1. Trabajos individuales o colectivos **15%**

Descripción. Se propondrán trabajos individuales o colectivos que se tendrán que entregar en formato escrito y eventualmente exponer de forma oral. Se trata de una actividad transversal que formará a los alumnos en actividades de resolución de problemas, comunicación y trabajo en equipo. Podrá valorarse, a criterio del profesor, la asistencia regular.
Criteriosdecalificación. En las pruebas individuales se calificará de 0 a 10 y en las colectivas se calificará conjuntamente a todos los miembros del grupo de 0 a 10.
Momentoylugar. Durante el curso, de forma continuada en las fechas que se indiquen previamente.

PE2. Examen parcial **40%**

Descripción. Estará formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico relativas a los temas 1, 2 y 3 de la asignatura. Tendrá dos partes, la primera correspondiente a resolución analítica y la segunda a resolución numérica. Ambas partes deberán ser realizadas por todos los alumnos.
Criteriosdecalificación. El examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será una media de la calificación de los ejercicios que lo componen. 2/3 de la nota corresponde a la parte de analítico y 1/3 de la nota corresponde a la parte de numérico. Esta prueba tendrá carácter eliminatorio. Para que este examen contabilice en la evaluación continua, el alumno deberá obtener una calificación no inferior a 3 sobre 10.
Momentoylugar. 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
PE3. Examen final ordinario Descripción. Estará formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico relativas a los temas 4, 5, 6 y 7 de la asignatura. Tendrá dos partes, la primera correspondiente a resolución analítica y la segunda a resolución numérica. Ambas partes deberán ser realizadas por todos los alumnos. Criteriosdecalificación. El examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será una media de la calificación de los ejercicios que lo componen. 2/3 de la nota corresponde a la parte de analítico y 1/3 de la nota corresponde a la parte de numérico. Para que este examen contabilice en la evaluación continua, el alumno deberá obtener una calificación no inferior a 3 sobre 10. Momentoylugar. Los determina la Jefatura de Estudios. Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua. Condición de nota mínima	**45%**

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua. Condición de nota mínima

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. Condición de nota mínima: Para poder aplicar las ponderaciones indicadas en la evaluación continua se requiere obtener al menos una calificación de 3.0 en el examen parcial y un 3.0 en el examen final ordinario. Para superar la asignatura se debe alcanzar una calificación nota final igual o superior a 5 sobre 10. 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.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en un único examen formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico relativas a los temas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de la asignatura. Tendrá dos partes, la primera correspondiente a resolución analítica y la segunda a resolución numérica. Ambas partes deberán ser realizadas por todos los alumnos.
Criteriosdecalificación. Cada pregunta se valora de 0 a 10. La calificación del examen será una media de la calificación de los ejercicios que lo componen. 2/3 de la nota corresponde a la parte de analítico y 1/3 de la nota corresponde a la parte de numérico.
Momentoylugar. 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, que deberá ser mayor o igual a 5 sobre 10 para aprobar la asignatura.

La calificación de la convocatoria del examen extraordinario de julio se basará exclusivamente en los resultados de dicho examen.

PE.2 Examen parcial **40%**

Descripción. Estará formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico relativas a los temas 1, 2 y 3 de la asignatura. Tendrá dos partes, la primera correspondiente a resolución analítica y la segunda a resolución numérica. Ambas partes deberán ser realizadas por todos los alumnos. Las preguntas consistirán en un enunciado con datos aleatorios e individualizados y varias respuestas de la que se debe señalar la solución correcta de entre las que se indican, pudiendo solicitarse la justificación de las respuestas en un espacio tasado.
Criteriosdecalificación. El examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será una media de la calificación de los ejercicios que lo componen. 2/3 de la nota corresponde a la parte de analítico y 1/3 de la nota corresponde a la parte de numérico. Para que este examen contabilice en la evaluación continua, el alumno deberá obtener una calificación no inferior a 3 sobre 10.
Momentoylugar. 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.

Examen final ordinario 45%

Descripción. Estará formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico relativas a los temas 4, 5, 6 y 7 de la asignatura. Tendrá dos partes, la primera correspondiente a resolución analítica y la segunda a resolución numérica. Ambas partes deberán ser realizadas por todos los alumnos. Las preguntas consistirán en un enunciado con datos aleatorios e individualizados y varias respuestas de la que se debe señalar la solución correcta de entre las que se indican, pudiendo solicitarse la justificación de las respuestas en un espacio tasado.
Criteriosdecalificación. El examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será una media de la calificación de los ejercicios que lo componen. 2/3 de la nota corresponde a la parte de analítico y 1/3 de la nota corresponde a la parte de numérico. Para que este examen contabilice en la evaluación continua, el alumno deberá obtener una calificación no inferior a 3 sobre 10.
Momentoylugar. 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.

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. Condición de nota mínima: Para poder aplicar las ponderaciones indicadas en la evaluación continua se requiere obtener al menos una calificación de 3.0 en el examen parcial y un 3.0 en el examen final ordinario. Para superar la asignatura se debe alcanzar una calificación nota final igual o superior a 5 sobre 10. 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.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y sistemas	
Tema 1. Problema de valor inicial **1.1.** Ecuaciones de primer orden: Modelización de algunos problemas **1.2.** Ecuaciones de segundo orden: Modelización **1.3.** Cambio de variable **1.4.** Reducción de orden	IL1, IL2
Tema 2. Resolución numérica del problema de valor inicial **2.1.** Método de Euler **2.2.** Métodos de Runge Kutta de 2º y 4º orden **2.3.** Métodos de Euler implícito y del trapecio **2.4.** Consistencia, estabilidad y convergencia de los métodos	IL1, IL2
Tema 3. Problemas de contorno **3.1.** Ejemplos de Modelización **3.2.** Teorema de la Alternativa **3.3.** Principio del máximo **3.4.** Función de Green **3.5.** Resolución numérica de problemas de contorno: diferencias finitas	IL1, IL2
Tema 4. Introducción a las EDP **4.1.** Modelización: ecuación, condiciones de contorno y condiciones iniciales **4.2.** Problemas bien planteados **4.3.** Clasificación de las EDP lineales de segundo orden	IL1, IL2
Tema 5. Problemas parabólicos: ecuación del calor **5.1.** Teoría analítica **5.2.** Existencia, unicidad y dependencia continua de los datos **5.3.** Separación de variables **5.4.** Resolución numérica: método de líneas	IL1, IL2, IL3, IL4
Tema 6. Problemas hiperbólicos: ecuación de ondas **6.1.** Teoría analítica **6.2.** Existencia, unicidad y dependencia continua de los datos **6.3.** Separación de variables **6.4.** Resolución numérica: método de líneas	IL1, IL2, IL3, IL4
Tema 7. Problemas elípticos: ecuación del potencial **7.1.** Teoría analítica **7.2.** Existencia, unicidad y dependencia continua de los datos **7.3.** Separación de variables: dominios circulares y rectangulares **7.4.** Resolución numérica: diferencias finitas y elementos finitos	IL1, IL2, IL3, IL4

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno.

En caso de tener que desarrollarse en formato no presencial, estas clases se podrán desarrollar mediante vídeoconferencia en directo a través de Skype, Teams o BlackboardCollaborate o a través de una grabación realizada previamente.

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 caso de tener que desarrollarse en formato no presencial, estas clases se podrán desarrollar mediante vídeoconferencia en directo a través de Skype, Teams o BlackboardCollaborate o a través de una grabación realizada previamente.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Aproximadamente un tercio de las clases se harán en un laboratorio de informática o en aulas preparadas para el uso de ordenadores. Estas clases tendrán como objetivo que el alumno se familiarice con la programación y aplicación práctica de los métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales. Si el número de alumnos supera la capacidad del aula de informática, se desdoblará el grupo en dos para facilitar el desarrollo de estas clases.

En caso de tener que desarrollarse en formato no presencial, Estas clases se podrán desarrollar mediante vídeoconferencia en directo a través de Skype, Teams o BlackboardCollaborate o a través de una grabación realizada previamente.

Trabajo autónomo:

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

Trabajo en grupo:

El alumno tendrá que asociarse para completar los trabajos propuestos a lo largo del curso para su evaluación

Tutorías

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

En caso de tener que desarrollarse en formato no presencial, estas clases se podrán desarrollar mediante vídeoconferencia en directo a través de Skype, Teams o BlackboardCollaborate.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Zill, D.G. *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado, Internacional* Thomson Ed., 1997

Zill, D.G. y Cullen, M. R. *Differential Equations with Boundary Value Problems*. Brooks/Cole, 2009

Romero, J. L. *Curso de ecuaciones diferenciales ordinarias con aplicaciones a la ingeniería*. Garceta, 2023

Bibliografía complementaria:

Bellido, J. C., Donoso A y Lajara S. *Ecuaciones en derivadas parciales.* Ed. Paraninfo, 2014.

Boyce, W. E. Diprima, R.C.: *Ecuaciones Diferenciales y Problemas con Valores en la Frontera*, LimusaWiley, 2010.

Castro Figueroa, A. *Curso básico de ecuaciones en derivadas parciales*, Addison-Wesley, 1997.

Cañada Villar, A. *Series de Fourier y Aplicaciones. Un tratado elemental con notas y ejercicios resueltos*. Pirámide, 2002.

Farlow, S. J. *Partial Differential Equations for Scientists and Engineers*, Dover, 1993.

Farlow, S. J.: *An introduction to Differential Equations and their applications, for Scientists and Engineers*, Dover, 1994

García Mañes, M. *Problemas de Ecuaciones en Derivadas Parciales*, Ed. Escuela de Caminos

Gustafson, K. E. *Introduction to Partial Differential Equations and Hilbert Space Methods*, Dover, 1999.

Selvadurai, A.P.S. Partial Differential Equations in Mechanics. Vol.

1,2,Springer 2000

Logan J. D. *Applied Partial Differential Equations, Third Edition, Springer 2015*

Haberman, R. *Ecuaciones en Derivadas Parciales con Series de Fourier y problemas de contorno*, Prentice-Hall, (3 ed.), 2003

Nagle, R. K., Saff, E.B.: *Fundamentos de Ecuaciones Diferenciales,* Addison-Wesley, 1992.

Cálculo Científico con MATLAB y OCTAVE. A. Quarteroni y F. Salieri. Springer 2006

Nakamura, S. Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB. Prentice-Hall, 1997.

Programación para ingeniería y ciencias con MATLAB y Octave. Sagrario Lantarón Sánchez. Bellisco 2015

Rosa, E.de la *Modelos diferenciales y numéricos en la ingeniería. Metodos de Fourier, de diferencias y elementos finitos* (BTU, Madrid),2005.

Simmons, G. F. y Krantz; *Ecuaciones diferenciales*, Mc. Graw HilL, 2007.

Weinberger, H. *Ecuaciones Diferenciales Parciales*, Ed. Reverté, 1970

Recursos Web:

Página web del Dpto. de Matemáticas e Informática. Moodle.

Wiki para compartir trabajos http://mat.caminos.upm.es/wiki

Equipamiento específico:

Laboratorios de Informática del Dpto. de Matemáticas e Informática aplicadas a la Ingeniería Civil y de la ETSICCP.

Biblioteca del Departamento de Matemáticas 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	Apartados 1.1 y 1.2 1 h 05 min	Ejercicios 1.1 y 1.2 1 h 05 min	Métodos numéricos PVI 1 h 05 min	Estudio de 1.1 y 1.2. 4 h 30 min			7 h 45 min
2	Apartados 1.3 y 1.4 1 h 05 min	Ejercicios 1.3 y 1.4 1 h 05 min	Métodos numéricos PVI 1 h 05 min	Estudio de 1.3 y 1.4 4 h 30 min			7 h 45 min
3	Apartados 2.1 y 2.2 1 h 05 min	Ejercicios 2.1 y 2.2 1 h 05 min	Métodos numéricos PVI 1 h 05 min	Estudio de 2.1 y 2.2 3 h 30 min			6 h 45 min
4	Apartados 2.3 y 2.4 1 h 05 min	Ejercicios 2.3 y 2.4 1 h 05 min	Métodos numéricos PC 1 h 05 min	Estudio de 2.3 y 2.4. 3 h 30 min			6 h 45 min
5	Apartados 3.1 y 3.2 1 h 05 min	Ejercicios 3.1 y 3.2 1 h 05 min	Métodos numéricos PC 1 h 05 min	Estudio de 3.1 y 3.2. 3 h 30 min			6 h 45 min
6	Apartados 3.3 y 3.4 1 h 05 min	Ejercicios 3.3 y 3.4 1 h 05 min	Métodos numéricos PC 1 h 05 min	Estudio de 3.3 y 3.4. 3 h 30 min			6 h 45 min
7	Apartado 3.5 1 h 05 min	Ejercicios 3.5 1 h 05 min	Métodos numéricos PC 1 h 05 min	Estudio 3.5 y preparación control intermedio 7 h 30 min	Control temas 1 a 3 2 h 30 min		13 h 15 min
8							
9	Apartado 4.1 1 h 05 min	Ejercicios 4.1 1 h 05 min	Métodos numéricos EDP 1 h 05 min	Estudio 4.1 3 h 30 min			6 h 45 min
10	Apartados 4.2 y 4.3 1 h 05 min	Ejercicios 4.2 y 4.3 1 h 05 min		Estudio de 4.2 y 4.3. 4 h 20 min			6 h 30 min
11	Apartados 5.1 y 5.2 1 h 05 min	Ejercicios 5.1 y 5.2 1 h 05 min	Métodos numéricos EDP 1 h 05 min	Estudio de 5.1 y 5.2. 4 h 30 min			7 h 45 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Apartados 5.3 y 5.4 1 h 15 min	Ejercicios 5.3 y 5.4 1 h 05 min		Estudio de 5.3 y 5.4. 4 h 20 min			6 h 30 min
13	Apartados 6.1 y 6.2 1 h 05 min			Estudio de 6.1 y 6.2. 4 h 10 min			5 h 15 min
14	Apartado 6.3 1 h 05 min	Ejercicios 6.1, 6.2 y 6.3 1 h 15 min	Métodos numéricos EDP 1 h 05 min	Estudio de 6.3 y 6.4.+ Trabajo grupo 4 h 30 min			7 h 45 min
15	Apartados 6.4 y 7.1 1 h 05 min	Ejercicios 6.4 y 7.1 25 min	Métodos numéricos EDP 50 min	Estudio de 7.1 y 7.2.+ Trabajo grupo 4 h 10 min			6 h 30 min
16	Apartados 7.2 y 7.3 1 h 05 min	Ejercicios 7.2 y 7.3 25 min	Métodos numéricos EDP 50 min				2 h 20 min
17	Apartado 7.4 1 h 05 min	Ejercicios 7.4 25 min	Métodos numéricos EDP 50 min	Estudio de 7.3 y 7.4 4 h 10 min			6 h 30 min
Hasta el examen				Preparación examen final 6 h 55 min	Examen final 3 h		9 h 55 min
Horas	**17 h 20 min**	**14 h 15 min**	**13 h 20 min**	**71 h 05 min**	**5 h 30 min**		**121 h 30 min**

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

Electrotecnia

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001209	6	Común de ing. civil	Común	Español

Nombre en inglés	Electrical Engineering
Materia	Electrotecnia
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
Web asignatura	
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
J. Ángel Sánchez Fernández	Pte	A	L y X (12 a 14), V (16 a 18)	Lab. Electrot	*joseangel.sanchez@upm.es*
Ignacio Guisández González	Vocal	C	L,M y X (11 a 13)	Lab. Electrot	*i.guisandez@upm.es*
Nieves Herrero Martínez	Secr.	ADE	M y J (11 a 14)	Lab. Electrot	*nieves.herrero@upm.es*
Manuel Chazarra Jover		B	X y J (11 a 12:30)	Lab. Electrot	*manuel.chazarra@upm.es*
Luis A. Sánchez Diez	Todos J y V (10-13)			Lab. Electrot	*luisalberto.sanchez@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:

Cálculo II, Estadística y optimización, Expresión gráfica, Informática, Física

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM26.1	Conocimientos fundamentales sobre el sistema eléctrico de potencia: generación de energía, red de transporte, reparto y distribución, así como tipo de líneas y conductores. Conocimiento de la normativa sobre baja y alta tensión.
CM26.2	Capacidad de aplicación de teoría de circuitos eléctricos (corriente continua, alterna y alterna polifásica) y de la teoría de circuitos magnéticos. .Compresión del funcionamiento de las máquinas eléctricas y conocimiento de sus aplicaciones. Conocimientos de los fundamentos de la luminotecnia.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo
CT9	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	Explica la normativa de baja y alta tensión a partir de los elementos del sistema eléctrico de potencia (generadores, líneas y conductores, redes eléctricas), sus funciones (generación, transporte, reparto y distribución de energía eléctrica) y su interdependencia mutua	CM 26.1
RA2	Aplica la teoría de circuitos eléctricos (corriente continua, alterna, y alterna polifásica) y la teoría de circuitos magnéticos. Explica el funcionamiento de las máquinas eléctricas y sus aplicaciones a partir de las teorías anteriores.	CM 26.2
RA3	Describe los tipos de lámparas y aplica las unidades luminotécnicas	CM 26.2
RA4	Aplica los métodos experimentales de Electrotecnia relevantes en ingeniería civil.	CT5, CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Resuelve problemas de circuitos eléctricos con rigor científico, destreza en el cálculo con números complejos y autonomía	RA2
IL2	Sí	Reconoce cualquier tipo de máquina eléctrica	RA2
IL3	Sí	Interpreta correctamente la placa de características de una máquina eléctrica.	RA2
IL4	No	Comprende el mecanismo de funcionamiento de un Sistema Eléctrico	RA1
IL5	Sí	Sabe calcular líneas eléctricas y aplicar bien los Reglamentos Electrotécnicos.	RA1, RA2, RA4
IL6	Sí	Distingue las unidades de alumbrado y las diferentes lámparas eléctricas.	RA3, 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. Prácticas de laboratorio **15%**

Descripción. Se trata de un conjunto de cinco prácticas, cada una de las cuales consiste en llevar a cabo el montaje de una experiencia o ensayo de laboratorio cuya teoría se incluye en el libro de prácticas preparado por la Unidad Docente.

Criterios de calificación. Se valoran en dos partes. La primera (10%) se basa en un ejercicio tipo test que se hará al alumno antes de comenzar la práctica, para que sirva como control del estudio previo de la práctica por parte del estudiante, para evitar el desconocimiento de los equipos que puede provocar averías para los aparatos y peligros para el estudiante. La segunda (5%) se valorarán las medidas realizadas en la práctica y el resultado de los ejercicios que se deben realizar y expuestos en el cuaderno de prácticas.

Momento y lugar. Se realizarán a lo largo del curso, en grupos pequeños, fuera del horario ordinario de las clases. En el caso de que fuera necesario realizar una evaluación no presencial, los alumnos responderán a los ejercicios usando medios telemáticos en el plazo que se indique, fuera del horario ordinario de las clases.

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. Evaluaciones **N/A**

Descripción. Consiste en unos exámenes sobre la materia tratada en la primera parte de cada parcial (desde el inicio hasta la cuarta semana del curso y desde la octava hasta la duodécima semana del curso). El examen, formado por dos preguntas de carácter teórico y práctico, tendrá una duración aproximada de 1 h y 15 min,

Criterios de calificación. Las respuestas a las preguntas planteadas se califican entre 0 y 10. Cada ejercicio del examen tiene un peso diferente, que se indicará previamente. La nota del examen será la media ponderada de los ejercicios del mismo.

Momento y lugar. Se determinará al inicio de la asignatura. En el caso de que fuera necesario realizar una evaluación no presencial, los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregaran sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

PE3. Examen parcial **42,5%**

Descripción. Consiste en un examen sobre la materia tratada en la primera parte de la asignatura (desde el inicio hasta la octava semana del curso). El examen, formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, tendrá una duración aproximada de 2 h y 15 min,

Criterios de calificación. Las respuestas a las preguntas planteadas se califican entre 0 y 10. Cada ejercicio del examen tiene un peso diferente, que se indicará previamente. La nota del examen será la media ponderada de los ejercicios del mismo. A esta nota se sumará el 10% de la calificación obtenida en la primera evaluación.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios. En el caso de que fuera necesario realizar una evaluación no presencial, los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregaran sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

PE4. Examen final **42,5% o 85%**

Descripción. Constará de dos partes. La primera parte, que sólo deberán realizar los alumnos que hayan obtenido una calificación inferior a 4 en el examen parcial (incluido el 10% de la calificación obtenida en la primera evaluación), estará formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a la materia tratada en la primera parte de la asignatura (desde el inicio hasta la octava semana). La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, estará formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico relativas al resto de la asignatura.

Criterios de calificación. El examen se valorará de 0 a 10. Cada ejercicio del examen tiene un peso diferente, que se indicará previamente. La nota del examen será la media ponderada de los ejercicios del mismo. Para los alumnos que realicen las dos partes, el examen final cuenta por el 85% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte cuenta por el 42,5%. A la calificación obtenida en la primera parte se sumará el 10% de la calificación obtenida en la segunda evaluación.

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 (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). En el caso de que fuera necesario realizar una evaluación no presencial, los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregaran 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

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

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 alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 4 en el examen parcial (incluido el 10% de la calificación obtenida en la primera evaluación) tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 Prácticas de laboratorio (15%), PE3 Examen parcial (42,5%) y PE4 Segunda parte del examen final (42,5%) (incluido el 10% de la calificación obtenida en la segunda evaluación). Los alumnos que no hayan alcanzado un 4 en el examen parcial, que deberán presentarse al examen final completo, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 Prácticas de laboratorio (15%) y PE3 Examen final completo (85%). Para superar la asignatura se debe alcanzar una calificación final igual o superior a 5 sobre 10, así como haber obtenido una nota igual o superior a 4 en cada una de las dos partes en que se divide el examen final.	

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en un único examen final, similar al examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua, más una parte correspondiente a las prácticas de laboratorio.

Criterios de calificación. Cada ejercicio del examen final se valorará de 0 a 10. Cada ejercicio del examen tiene un peso diferente, que se indicará previamente. La nota del examen será la media ponderada de los ejercicios del mismo. Es requisito para aprobar el examen final que se haya obtenido una calificación igual o superior a 4 en cada una de las partes en que se divide el examen.

Momento y lugar. La fecha y momento del examen final se determinará de común acuerdo con los alumnos que hayan solicitado por escrito esta forma de evaluación con anterioridad a la realización del examen final correspondiente a la evaluación continua. En el caso de que fuera necesario realizar una evaluación no presencial, los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregaran 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
Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final" La calificación final de la asignatura será la obtenida en el examen final	

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Luminotécnica e Instalaciones de Alumbrado **1.1.** Naturaleza de la luz. Magnitudes y unidades de medida utilizadas en Luminotecnia: Flujo luminoso. Intensidad luminosa. Rendimiento luminoso. Cantidad de luz. Iluminancia. Luminancia **1.2.** Diagramas y gráficos fotométricos. Coordenadas fotométricas y gráficos polares de distribución luminosa. Diagrama isocandela. Curvas isolux **1.3.** Lámparas de incandescencia. Fundamentos físicos. Aspectos tecnológicos **1.4.** Lámparas de descarga Principios físicos. Aspectos tecnológicos. Constitución y Funcionamiento de las lámparas de descarga y lámparas especiales.	IL6
Tema 2. Introducción a la Teoría de los Circuitos Eléctricos **2.1.** Variables que intervienen en el estudio de los circuitos eléctricos. Convenios de signos. Corriente eléctrica. Tensión. Diferencia de potencial. Potencia eléctrica **2.2.** Elementos activos ideales. Fuentes o generadores. Tipos de excitación y formas de onda. Clasificación de ondas. Ondas periódicas: valores asociados **2.3.** Elementos pasivos. Resistencia. Bobina. Inductancia. Condensador. Impedancia y admitancia operacional **2.4.** Topología de redes: conceptos fundamentales. Definiciones. Propiedades. Lemas de Kirchhoff. Primer lema. Segundo lema. Elección de las ecuaciones independientes para la aplicación de los lemas de Kirchhoff. **2.5.** Elementos activos reales. Asociación de elementos pasivos. Asociación y transformación de fuentes **2.6.** Asociación de elementos pasivos. Conexión serie. Conexión en paralelo. Equivalencia estrella-triángulo. Teorema de Kennelly **2.7.** Análisis de circuitos por el método de las mallas. Método de las mallas: Formulación general. Método de las mallas con generadores de corriente **2.8.** Análisis de circuitos por el método de los nudos. Formulación general. Método de los nudos con generadores de tensión **2.9.** Principio de superposición. Teoremas de Thévenin y Norton	IL1

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
Tema 3. Circuitos de Corriente Alterna Sinusoidal **3.1.** Onda sinusoidal: generación y valores asociados **3.2.** Representación compleja de una magnitud sinusoidal. Derivada e integral de una magnitud sinusoidal **3.3.** El dominio del tiempo y el dominio de la frecuencia **3.4.** Respuesta sinusoidal de los elementos pasivos. Impedancia y admitancia compleja **3.5.** Análisis de circuitos en régimen permanente sinusoidal. Generalidades. Asociación de elementos pasivos **3.6.** Método de las corrientes de malla. **3.7.** Método de las tensiones de nudo. Principio de superposición. Teoremas de Thévenin y Norton **3.8.** Potencia en un circuito eléctrico en régimen de corriente alterna sinusoidal. Potencia compleja **3.9.** Factor de potencia: su importancia práctica. Corrección del factor de potencia. **3.10.** Medida de la potencia en c.a	IL1
Tema 4. Circuitos Trifásicos **4.1.** Generación de tensiones trifásicas. Conexión en estrella equilibrada. Conexión en triángulo equilibrado **4.2.** Cargas desequilibradas. Cargas desequilibradas conectadas en estrella. Cargas desequilibradas conectadas en triángulo **4.3.** Potencia en sistemas trifásicos. Generalidades. Potencias en sistemas trifásicos equilibrados. Corrección del factor de potencia en trifásica. **4.4.** Medida de la potencia en sistemas trifásicos. Generalidades. Medida de la potencia en circuitos equilibrados. Medida de la potencia en circuitos equilibrados **4.5.** Transporte de energía eléctrica: ventaja de los sistemas trifásicos frente a los monofásicos	IL1
Tema 5. Líneas e Instalaciones Eléctricas **5.1.** Tipos de Líneas y conductores eléctricos. Parámetros de líneas **5.2.** Cálculo de la sección de los conductores Sección mínima de un conductor atendiendo a la elevación de temperatura. Cálculo de la sección de los conductores atendiendo a la caída de tensión **5.3.** Cálculo de las redes de transporte Cálculo de las líneas de transporte de c.c. Cálculo de las líneas de transporte de c.a **5.4.** Cálculo de las redes de distribución Distribuidor alimentado por un extremo. Distribuidor uniformemente cargado. Distribuidor alimentado por ambos extremos. Distribuidores en anillo **5.5.** Reglamentos Eléctricos de A.T. y B.T.	IL5
Tema 6. Circuitos Magnéticos **6.1.** Materiales magnéticos. Diamagnetismo. Paramagnetismo. Ferromagnetismo y ciclo de histéresis. Leyes de los circuitos magnéticos **6.2.** Energía y coenergía magnética. Pérdidas de energía en los núcleos ferromagnéticos. Pérdidas por histéresis. Pérdidas por corrientes de Foucault. Consecuencias tecnológicas **6.3.** Circuitos magnéticos excitados con corriente alterna. Generalidades. Circuito eléctrico equivalente de una bobina con de hierro alimentada con c.a.	IL1, IL2

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
Tema 7. Introducción a las Máquinas Eléctricas **7.1.** Elementos básicos de las máquinas eléctricas. Colector de delgas y colector de anillos. Devanados **7.2.** Pérdidas y calentamiento. Potencia asignada o nominal. Tipos de servicio. Rendimiento **7.3.** F.m.m. y campo magnético en el entrehierro de una máquina eléctrica. Campo magnético y f.m.m. producida por un devanado concentrado de paso diametral **7.4.** F.m.m. producida por un devanado trifásico. Campos giratorios. Teorema de Ferraris. Relación entre un campo alternativo y un campo giratorio. Teorema de Leblanc **7.5.** F.e.m. inducida en un devanado de una máquina eléctrica. Factores que afectan a la f.e.m. inducida en un devanado **7.6.** Clasificación general de las máquinas eléctricas **7.7.** Análisis cualitativo de las principales máquinas eléctricas: Transformadores. Máquinas síncronas. Máquinas de c.c. Máquinas asíncronas o de inducción. Motores de c.a. de colector	IL2, IL3
Tema 8. Transformadores **8.1.** Principales aspectos constructivos **8.2.** Principio de funcionamiento de un transformador ideal **8.3.** Funcionamiento de un transformador real. Circuito equivalente de un transformador **8.4.** Ensayos del transformador. Ensayo de vacío. Ensayo de cortocircuito **8.5.** Caída de tensión en un transformador. Pérdidas y rendimiento de un transformador **8.6.** Transformadores trifásicos. Conexiones de los transformadores trifásicos. **8.7.** Acoplamiento en paralelo de transformadores. Autotransformadores	IL2
Tema 9. Máquinas Asíncronas **9.1.** Aspectos constructivos **9.2.** Principio de funcionamiento. Circuito equivalente del motor asíncrono **9.3.** Ensayos del motor asíncrono. Ensayo de vacío o de rotor libre. Ensayo de cortocircuito o de rotor bloqueado **9.4.** Balance de potencias. Par de rotación. Generalidades. Tipos de funcionamiento de las máquinas asíncronas **9.5.** Arranque de los motores en jaula de ardilla. Arranque de los motores de rotor bobinado **9.6.** Máquinas asíncronas alimentadas a través de convertidores electrónicos	IL2
Tema 10. Grupos Electrógenos **10.1.** Descripción general de un grupo electrógeno. Motores Diésel. **10.2.** Características constructivas de los alternadores. Sistemas de excitación. **10.3.** Funcionamiento en vacío. Funcionamiento en carga. Reacción del inducido. Circuito equivalente (Behn-Eschenburg) **10.4.** Funcionamiento en red aislada. Regulador de velocidad. Sincronización. Funcionamiento en paralelo de alternadores **10.5.** Equipos auxiliares. Elección de la potencia aparente de un grupo electrógeno	IL4

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
Prácticas de laboratorio	
1. Instrumentos de Medida y Circuitos de corriente continua	IL1
2. Circuitos de corriente alterna	IL1
3. Circuitos trifásicos	IL1
4. Aparamenta eléctrica y riesgo eléctrico	IL5
5. Arranque de motores asíncronos trifásicos	IL2, IL3

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno

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

Prácticas de laboratorio o de campo:

En la primera semana del Curso se formarán los grupos de prácticas con un máximo de 15 a 20 alumnos. Cada grupo se identificará con una letra y a ese grupo pertenecerá el alumno durante todo el semestre. La distribución de las prácticas se realizará en la primera semana del curso. Las prácticas se harán en horario de mañana. Se calcula que cada día podrán hacer prácticas tres grupos en las horas: 9 h a 10:15 h; 10:30 h a 12:45 h y 13 h a 14:15 h. Se calcula que será necesario una semana para que todos los alumnos realicen la práctica (es decir 15 grupos de prácticas y con un máximo de 20 alumnos por grupo, supondrá un total de 300 alumnos/semana).

Trabajo autónomo:

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

El alumno debe estudiar la práctica antes de su realización y se controlará este estudio mediante la realización de un test previo a la realización de la práctica

Trabajo en grupo:

Solamente se realiza un trabajo en equipo en las prácticas de laboratorio con todas las personas que han efectuado la práctica en la misma bancada o banco de trabajo (de 3 a 4 alumnos/bancada)

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Fraile Mora, J. *Circuitos Eléctricos.* 1ª ed., Ed. Pearson, 2012

Fraile Mora, J. *Máquinas Eléctricas.* 7ª ed., Garceta Grupo Editorial, 2015

Fraile Mora, *Introducción a las Instalaciones Eléctricas.* 3ª ed., Servicio Publ. E. Caminos, 2002

Fraile Mora, J.; Problemas de Circuitos Eléctricos. Ed. Pearson, 2013

Fraile Ardanuy, J.; Fraile Mora, J.; Problemas de Máquinas Eléctricas. 2ª ed., Garceta Grupo Editorial, 2015

Fraile Ardanuy, J.; Fraile Mora, J.; García Gutiérrez, P: Prácticas de Laboratorio de Electrotecnia. 6ª ed., Servicio Publ. E. Caminos, 2015

Bibliografía complementaria:

Parra Prieto V.; Pastor, A.; Ortega, J.; Pérez, A., *Circuitos Eléctricos. Volumen I*, UNED, 2003

Ras Oliva, E, Transformadores de potencia, de medida y de protección, 7ª Ed. Marcombo-Boixerau Editores, 1988.

Schneider Electric, Guía de diseño de instalaciones eléctricas. Schneider Electric España S.A., 2005

Indalux, *Luminotecnia 2002 y Programa Informático Indawin 4.2. Indaluz, 2003*

Recursos Web:

En la plataforma Moodle aparecerán periódicamente documentos para completar la información

Equipamiento específico:

Biblioteca 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 4 h 20 min			Estudio del Tema 1 y sus ejercicios. 6 h 10 min			10 h 30 min
2	Tema 2 3 h 15 min	Problemas del Tema 2 1 h 05 min		Estudio del Tema 2 y sus ejercicios 6 h 10 min			10 h 30 min
3	Tema 3 3 h 15 min	Problemas del Tema 3 1 h 05 min	Práctica 1 1 h 05 min	Estudio del Tema 3 y sus ejercicios. 5 h 10 min			9 h 30 miin
4	Tema 4 3 h 15 min	Problemas del Tema 4 1 h 05 min		Estudio del Tema 4 y sus ejercicios 6 h 10 min			10 h 30 min
5	Tema 4 (cont.) 2 h 10 min	Problemas del Tema 4 (cont.) 1 h 05 min	Práctica 2 1 h 05 min	Estudio del Tema 4 y sus ejercicios (cont.) 5 h 10 min			9 h 30 min
6	Tema 5 3 h 15 min	Problemas del Tema 5 (cont.) 1 h 05 min		Estudio del Tema 5 y sus ejercicios 6 h 10 min			10 h 30 min
7	Tema 5 (cont.) 2 h 10 min	Problemas del Tema 5 (cont.) 1 h 05 min	Práctica 3 1 h 05 min	Estudio del Tema 5 y sus ejercicios (cont.) 4 h 10 min			8 h 30 min
8				Preparación examen parcial 5 h	Examen parcial (Temas 1 a 4) 2 h 30 min		7 h 30 min
9	Tema 6 3 h 15 min			Estudio del Tema 6 y sus ejercicios 3 h 45 min			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
10	Tema 7. 3 h 15 min		Práctica 4 1 h 05 min	Estudio del Tema 7 y sus ejercicios 2 h 55 min			7 h 15 min
11	Tema 8 3 h 15 min	Problemas del Tema 8 1 h 05 min		Estudio del Tema 8 y sus ejercicios 6 h 10 min			10 h 30 min
12	Tema 8 (cont.). 2 h 10 min	Problemas del Tema 8 (cont.). 1 h 05 min		Estudio del Tema 8 (cont.) y sus ejercicios. 6 h			9 h 15 min
13	Tema 9 1 h 05 min			Estudio del Tema 9 y sus ejercicios. 2 h 25 min			3 h 30 min
14	Tema 9 (cont.) 2 h 10 min	Problemas del Tema 9 1 h 05 min	Práctica 5 1 h 05 min	Estudio del Tema 9 y sus ejercicios. 2 h 55 min			7 h 15 min
15	Tema 10 2 h 10 min	Problemas del Tema 10 1 h 05 min		Estudio del Tema 10 y sus ejercicios. 6 h			9 h 15 min
Hasta el examen				Preparación examen final 5 h	Examen final 5 h		10 h
Horas	**45 h 05 min**	**13 h**	**5 h 25 min**	**91 h**	**7 h 30 min**		**162 h**

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

Geología Aplicada a las Obras Públicas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001210	4,5	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Geology for Engineers II
Materia	Geología
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	
Periodo impartición	Cuarto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Ignacio Menéndez Pidal de Navascués	Pte.	Todos	J(13:00-14:00; 15:00-17:00 y 19:00-21:00)	Lab.Geol. Aplicada	*ignacio.menendezpidal@upm.es*
Eugenio Sanz Pérez	Secr.	Todos	L(10:00-14:00) M(12:00-14:00)	Lab.Geol. Aplicada	*eugenio.sanz@upm.es*
J. Ignacio Escavy Fernández	Vocal	Todos	L y M (10:00-14:00)	Lab.Geol. Aplicada	*ji.escavy@upm.es*
Joaquin Sanz de Ojeda		Todos	L(18:00-20:00) V(16:00-20:00)	Lab.Geol. Aplicada	*joaquin.sandeojed@upm.es*
Roberto Gil de Mingo		Todos	J(15:00-17:00 y 19:00-21:00)	Lab.Geol. Aplicada	*roberto.gil@upm.es*
Teresa Mateos García		Todos	L, M y X(18:30-20:30)	Lab.Geol. Aplicada	*mariateresa.mateos@upm.es*
Herminia Cano Linares		Todos	J (15:00-17:00 y 19:00-21:00)	Lab.Geol. Aplicada	*herminia.cano@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:

Se recomienda haber cursado Geología.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conocimientos de Geología general. Conocimientos suficientes de geografía general de España.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM15.1 (parcial)	Conocimientos básicos de Geología y Morfología del terreno (Geodinámica Externa e Interna, Petrología, Mineralogía, Paleontología y Geología Histórica) y capacidad de aplicación a problemas de ingeniería. Conocimientos básicos de Climatología y su relación con la ingeniería.
CM15.2 (parcial)	Comprensión de la interacción entre el medio geológico y las obras públicas y capacidad de predicción de los condicionamientos que el medio geológico impone a la viabilidad, diseño, construcción y explotación de las obras públicas.

Código	Competencia
CT3	Capacidad de actuar con efectividad como miembro de equipos ínterdisciplinares.
CT9	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relacionados con la ingeniería civil

NOTA. Las competencias CM15.1 y CM15.2, lo son para la materia de Geología en su conjunto. Aquí se indica la parte que corresponde a esta asignatura en particular.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica los conceptos y principios de la Geología y Morfología del Terreno y de la Climatología a problemas de Ingeniería.	CM15.1,CM 15.2, CT9
RA2	Predice racionalmente los condicionamientos que el medio geológico impone a la viabilidad, diseño, construcción y explotación de las obras públicas, a partir de la interacción mutua.	CM 15.2, CT3, CT9
RA3	Aplica los métodos experimentales de Geología relevantes en Ingeniería Civil.	CM15.1, CM15.2, CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Identifica la influencia del roquedo en los modelados, su evolución y su influencia en el proyecto, construcción y explotación de diferentes tipos de infraestructuras.	RA1, RA2,RA3
IL2	No	Calcula, interpreta y aplica datos de prospección geológica, testificación de sondeos, ensayos geofísicos y geológicos in situ en Geología Aplicada a las obras públicas.	RA1, RA2
IL3	Sí	Conoce los principios de la influencia del terreno en función del tipo de infraestructura, la importancia de la mutua interacción y la necesidad de su conocimiento en su proyecto, construcción y explotación	RA1, RA2 RA3
IL4	No	Conoce y comprende las aplicaciones de la Geología en los Reconocimientos Geológicos, Canteras, Hidrogeología, Ingeniería Sísmica, Geología Ambiental y Riesgos Geológicos	RA1, RA2,RA3
IL5	No	Aplica la proyección estereográfica a la interpretación y análisis de macizos rocosos en problemas de estabilidad.	RA1, RA2
IL6	Sí	Dibuja, calcula e interpreta problemas geológicos usando cartografía temática geológica directamente aplicados a las obras públicas en sus fases de viabilidad, diseño, construcción y explotación	RA1, RA2 RA3
IL7	Sí	Reconoce sobre el terreno los principales tipos de rocas, estructuras y formaciones superficiales, y su interacción con las obras públicas.	RA1, RA2 y RA3
IL8	No	Caracteriza geomecánicamente los macizos rocosos de forma básica a partir de datos de campo y reconoce los grados de alteración de los mismos.	RA1, 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 progresiva"

PE0. Evaluación continua en clase **15%**

Descripción. Consiste en la resolución y entrega de ejercicios teóricos o prácticos propuestos en todas o algunas de las clases teóricas. Estos ejercicios podrán resolverse en la plataforma MOODLE durante la clase, o bien, podrán ser escritos en caso de clase presencial.

Criterios de calificación. Será obligatoria la entrega o realización en MOODLE de todos los ejercicios que se propongan. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación será la media aritmética de los mismos. Su peso en la nota final del curso será la indicada. Esta nota sólo se aplicará en la nota final del curso. No se evaluarán y se considerarán no realizados aquellos ejercicios que no se entreguen en la clase y al profesor responsable.

Momento y lugar. El plazo estipulado para la entrega de los ejercicios propuestos será en el momento de su realización, esto es, al finalizar la clase. En el caso de ejercicios a resolver en MOODLE el alumno, deberá proveerse de las herramientas electrónicas necesarias y fiables para su uso (ordenadores portátiles, smartphones, etc.)

PE1. Evaluación de Cartografía Geológica y Cortes Geológicos **15%**

Descripción. Consiste en la resolución y entrega de ejercicios propuestos de cartografía geológica aplicada. Dichos ejercicios se plantearan y resolverán en la clase y podrán proponerse para su realización como trabajo del alumno. En caso de clase no presencial dichos ejercicios se plantearán y resolverán en clase telemática y se propondrá un trabajo al alumno que deberá entregar en MOODLE

Criterios de calificación. Será obligatoria la entrega de todos los ejercicios que se propongan. Adicionalmente el alumno deberá realizar un control específico de Cartografía Geológica y Cortes Geológicos. La entrega de los ejercicios será necesaria para poder realizar el control citado.

Momento y lugar. La entrega de los ejercicios propuestos y el control serán programados al inicio del curso. En caso de clase no presencial los plazos y formas de control estarán formulado en MOODLE.

PE2. Prácticas de laboratorio y de campo **10%**

Descripción. Consiste en una serie de prácticas guiadas que se realizarán en el laboratorio o telemáticamente y sobre el que el alumno debe realizar, bien individualmente o bien colaborativamente, una serie de observaciones que debe entregar. Igualmente se debe realizar un viaje de prácticas, de asistencia obligatoria, y la confección del correspondiente cuaderno de campo. En caso de clase no presencial se plantearán actividades prácticas similares que se resolverán en clase telemática y se propondrá uno o varios trabajos al alumno que deberá entregar en MOODLE.

Criterios de calificación:

Evaluación del conocimiento del alumno mediante pruebas cortas durante la realización de la práctica correspondiente (extraordinariamente podrá proponerse una entrega diferida de la prueba)

Evaluación de la asistencia directa a la clase de prácticas.

En caso de clase no presencial dichos pruebas cortas y asistencia se plantearán en MOODLE

Momento y lugar. Las prácticas se realizarán a lo largo del curso, en grupos pequeños. Podrán ser fuera del horario ordinario de las clases o durante las mismas, en función de la disposición de aulas de laboratorio. Se informará oportunamente de los horarios y lugares. En caso de clase no presencial dichos clases se plantearan en las plataformas correspondientes.

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. Controles intermedios	**30% + 30%**

Descripción. Consiste en dos pruebas escritas o telemáticas en MOODLE, en la que el alumno deberá responder a varias preguntas y ejercicios teóricos y prácticos relativas al contenido de los temas tratados hasta ese momento, pudiendo incluir ejercicios de aplicación de cartografía geológica y cortes geológicos y prácticas de laboratorio realizadas y viaje de prácticas.

Criterios de calificación. Se valora cada respuesta de 0 a 10. La calificación del control será la media ponderada de las notas individuales de cada respuesta, pudiendo asignarse pesos diferentes a cada pregunta.

El peso de alguna pregunta sobre ejercicios de cartografía y cortes geológicos podrá tener, especialmente, un peso mayor que los de las restantes dada la importancia que se da a esta parte de la asignatura.

Estos pesos se mostrarán en cada pregunta. Cada prueba aprobada supondrá el 30% de la nota final del alumno. En cualquier caso estas pruebas son liberatorias y se hacen “medias” con notas obtenidas en los exámenes finales no aprobados (>5.0)

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

PE4. Examen final	**30% o 60% o 15%**

Descripción. Consiste en un examen presencial o telemático, en su caso formado por tres partes.

La primera parte contendrá varias preguntas de carácter teórico y práctico sobre la parte de la asignatura relativa al primer control intermedio, incluyendo ejercicios de aplicación de cartografía geológica y cortes geológicos y prácticas realizadas y viaje de prácticas. No están obligados a examinarse de esta primera parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 5 en el primer control intermedio.

La segunda parte contendrá varias preguntas de carácter teórico y práctico sobre la parte de la asignatura relativa al segundo control intermedio, incluyendo ejercicios de aplicación de cartografía geológica y cortes geológicos, prácticas realizadas y viaje de prácticas. No están obligados a examinarse de esta segunda parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 5 en el segundo control intermedio.

La tercera parte consistirá en un ejercicio de cortes geológicos. No están obligados a examinarse de esta segunda parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 5 en PE1.

Criterios de calificación. Cada pregunta del examen se valorará de 0 a 10. La calificación será la media ponderada de las preguntas, pudiendo asignarse pesos diferentes a cada pregunta. Estos pesos se mostrarán en cada pregunta.

El examen final completo deberá aprobarse con 5.0 con una nota de la tercera parte con al menos 4.0 para tener en cuenta la nota en la calificación final. Los alumnos que no hayan superado el examen final se obligan a presentarse al examen final extraordinario. El examen final extraordinario se describe y se califica de manera análoga al ordinario. La materia a examinar será la misma con la que cada alumno se presentó en el examen final. La nota obtenida formará parte de la nota final del curso análogamente a la PE4.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

En ningún caso la nota de la asignatura podrá formarse hasta no haber finalizado las pruebas de control intermedio y/o examen final y/o examen extraordinario, en su caso.

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 los dos controles intermedios y el control de PE1 tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE0 (15%), PE1 (15%), PE2 (10%), PE3 (30%) para cada control intermedio).

Los alumnos que hayan aprobado alguno de los controles intermedios y el control PE1 tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE0 (15%), PE1 (15%), PE2 (10%), PE3 (30 % del control intermedio aprobado) y PE4 (30 % para la calificación del examen final aprobado).

Los alumnos que no hayan aprobado ningún control intermedio y el control PE1 tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE0 (15%), PE1 (15%), PE2 (10%) y PE4 (60%).

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 alumnos con alguno, todos o ninguno de los controles intermedios aprobados y el control PE1 suspenso, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE0 (15%), PE1 (15% de la nota de la tercera parte del examen final aprobado), PE2 (10%), PE3 (30 % del control intermedio aprobado) y PE4 (30 % para la calificación del examen final aprobado) o PE4 (60% de la parte de los controles del examen final)

En las actas de curso posteriores al Examen final ordinario y en caso de que éste no hubiera sido aprobado, al no poderse formar la nota del curso por no cumplirse la condición de PE4 >5.0, su calificación será la obtenida en dicho examen sin ponderaciones.

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

Para una exacta comprensión del método de evaluación se dispondrá en el tablón de anuncios del laboratorio y en Moodle un diagrama de flujo del proceso.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua, de forma oral y telemática o presencialmente realizado incluyendo preguntas sobre las prácticas de laboratorio, viajes y cortes geológicos y cartografía

Criterios de calificación. Serán los mismos que en examen final con la particularidad que para aprobar el examen deberá obtener como mínimo un 5.0 en el ejercicio del corte geológico.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5 con la particularidad que para aprobar el examen deberá obtener como mínimo un 5.0 en el ejercicio del corte geológico.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Petrología y geología aplicada	
Tema 1. Petrología Aplicada	IL1
1.2 Propiedades de las rocas. Clasificación de las rocas.	
1.2 Las rocas endógenas. Comportamiento de las rocas granitoideas en obras públicas y en la construcción. Rocas filonianas.	
1.3 Las rocas volcánicas. Rocas volcánicas en la ingeniería. Rocas volcánicas en España	
1.4 Las rocas metamórficas. Materiales y obras en estos tipos pétreos	
1.5 Las rocas sedimentarias. Materiales y comportamiento en obras.	
1.6 Las rocas carbonatadas. Empleo como materiales y consecuencias ingenieriles en las obras.	
1.7 Los yesos y sales. Los yesos como material. Comportamiento en obra. Las rocas senitosas ante el agua	
Tema 2. Aplicaciones de la Geología	
2.1 Investigaciones directas del terreno. Sondeos, catas y galerías**.**	IL2
2.2 Prospección Geofísica. Principios, métodos y aplicaciones.	IL2
2.3 Cartografía Geológica. Métodos y análisis. Reconocimiento de campo.	IL2
2.4 Remote sensing. Fotogeología y fotointerpretación.	IL2
2.5 Cartografías especiales. Hidrogeología. Geomecánica. Censados de juntas. Modelos. El Informe Geológico para las obras públicas	IL2
2.6 Canteras. Tipos, explotación y emplazamientos.	IL3
2.7 Hidrogeología. Principios, métodos y aplicaciones.	IL3

2.8 Ingeniería Sísmica aplicada a la Ingeniería. Sismología y sus aplicaciones.	IL3
2.9 Presas. Influencia del terreno. Investigaciones. Estanqueidad. Pantallas.	IL3
2.10 Obras Lineales. Trazado y terreno. Investigaciones. Materiales.	IL3
2.11 Túneles y Obras Subterráneas. Reconocimiento del terreno. Caracterización. Sostenimientos y revestimientos.	IL3
2.12 Las obras y su efecto en el medio natural. Criterios de actuación	IL4
Capítulo II. Prácticas de laboratorio	
Practica 1. Fotogeología I	IL5
Practica 2. Fotogeología II	IL5
Practica 3. Sondeos	IL2
Practica 4. Geofísica: eléctrica y sísmica.	IL2
Practica 5. Cartografía geológica.	IL6
Practica 6. Censado de litoclasas	IL5
Capítulo III. Prácticas de cartografía geológica	IL6
Capítulo IV. Prácticas de campo	IL7

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

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

Clases prácticas de Cartografía Geológica:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios y problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. Se aplicarán los diferentes conocimientos adquiridos en Geología a problemas aplicados a la ingeniería. El alumno trabajará en la realización de cortes geológicos e interpretación de mapas geológicos mediante la técnica de planos acotados, en un entorno de aplicación a una amplia variedad de problemas en las obras públicas. El alumno trabajará de manera autónoma y/o individual asistida sobre problemas similares a los resueltos por el profesor y que deberá entregar resueltos. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)

Clases prácticas de laboratorio y de campo:

Como complemento a las clases teóricas se realizaran prácticas de laboratorio cuya asistencia será obligatoria y queda expuesta en el temario. En ellas el profesor interactivamente con el alumno desarrollará temas teóricos desde un punto de vista experimental, usando técnicas, aparataje e instrumentación de laboratorio. El alumno deberá aplicar sus conocimientos teóricos adquiridos a la formulación del método científico y experimental que en cada caso proponga el profesor y profundizar en dicho conocimiento adquirido.
Como complemento a las clases teóricas y laboratorio se realizará un viaje de prácticas obligatorio donde se iniciará el aprendizaje de la Geología Aplicada en el campo, y se visitarán obras públicas y puntos de interés geológico y geomorfológico. En ellos el profesor expondrá los conceptos teóricos con ejemplos a escala y tiempo real, incidiendo en las circunstancias y condiciones del terreno en el diseño, construcción y explotación de las infraestructuras visitadas. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)

Trabajos autónomos:

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

Trabajos de Campo:

Se propondrá la elaboración de un cuaderno de campo que se deberá completar en un viaje de prácticas. En caso de clases no presenciales será obligatorio el uso de plataformas online de tele enseñanza que la universidad sugiera (Moodle, Collaborate, ZOOM, Skype, etc.)

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Eugenio Sanz Pérez, Ignacio Menéndez Pidal, Fernando Román Buj y Clemente Sáenz Sanz Guiones de las lecciones publicados on line en la plataforma Moodle (2011, 2012, 2013)

Colección de problemas y exámenes de otros cursos

Meléndez, B, y Fuster, J. M.(2003*). Geología*. Paraninfo 896 págs. Capit. 1 (pp. 17-46).

Pozo, M; González, J. y Giner, J. (2003). *Geología Práctica. Pearson*.

Tarbuck y Lutgens. (2000) Prentice Hall ed. Ciencias de la Tierra. *Una introducción a la Geología Física 6ª ed.*

López Marinas,J.M. (2000). *Geología aplicada a la Ingeniería Civil.* Ed. Ciedossat 2000. Madrid.

Saenz Ridruejo, C.; Talaban García, J. (1972) *Ejercicios de Geología Aplicada.* Esc. Téc. Sup. de Ing. de Caminos de Madrid. 112 págs.

Bibliografía complementaria:

Gutierrez, Elorza, M. (2008). *Geomorfología.* Pearson. Prentice Hall. 920 págs.

Gonzalez de Vallejo, L (2002). *Ingenieria Geológica.* Prentice Hall.715 págs.

Blyth I Freitas(1988) *A Geology for Engineers*. Ed. Elsevier.

Recursos Web:

Ejercicios e indicaciones en la Politécnica virtual, MOODLE

Equipamiento específico:

Biblioteca de la Unidad Docente de Geología Aplicada.

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Apartado 1.1 y 1.2 3 h 15 min			Estudio de 1.2 y 1.3 3 h 30 min			6 h 45 min
2	Apartado 1.2 y 1.3 3 h 15 min			Estudio de 1.2 y 1.3 3 h 30 min			6 h 45 min
3	Apartado 1.4 2 h 10 min	Ejercicios de cartografía geológica 1 h 05 min		Estudio de 1.4 y ejercicios de cartografía. 3 h 30 min			6 h 45 min
4	Apartado 1.5 3 h 15 min			Estudio de 1.5 3 h 30 min			6 h 45 min
5	Apartado 1.5 y 1.6 2 h 10 min	Ejercicios de cartografía geológica 1 h 05 min		Estudio de 1.5 y 1.6 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
6	Apartado 1.6 3 h 15 min			Estudio de 1.6 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
7	Apartado 1.7 2 h 10 min	Ejercicios de cartografía geológica 1 h 05 min		Estudio de 1.7 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
8				Estudio del control intermedio 5 h	1º Control Intermedio 3 h	Viaje de Prácticas	8 h
9			Prácticas de laboratorio 1 1 h 05 min	Estudio de 2.1 y 2.2 y ejercicios de cartografía 3 h 10 min			4 h 15 min
10	Apartado 2.2 y 2.3 2 h 10 min		Prácticas de laboratorio 2 1 h 05 min	Estudio de 2.2 y 2.3 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Apartado 2.3 y 2.4 1 h 05 min	Ejercicios de cartografía geológica 1 h 05 min	Prácticas de laboratorio 3 1 h 05 min	Estudio de 2.3 y 2.4 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
12	Apartado 2.4.y 2.5 2 h 10 min		Prácticas de laboratorio 4 1 h 05 min	Estudio de 2.4 y 2.5 ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
13	Apartado 2.4.y 2.5 (cont) 1 h 05 min						1 h 05 min
14	Apartado 2.5 y 2.6 1 h 05 min	Ejercicios de cartografía geológica 1 h 05 min	Prácticas de laboratorio 5 1 h 05 min	Estudio de 2.5 y 2.6 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
15	Apartado 2.7 2 h 10 min		Prácticas de laboratorio 6 1 h 05 min	Estudio de 2.7 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
16	Apartados 2.8 y 2.9 2 h 10 min	Ejercicios de cartografía geológica 1 h 05 min		Estudio de 2.8 y 2.9 y ejercicios de cartografía 3 h 30 min			6 h 45 min
17	Apartados 2.9 a 2.11 3 h 15 min			Estudio de 2.9 a 2.11 y del control intermedio. 3 h 30 min	2º Control Intermedio 3 h		9 h 45 min
Fuera de horario				Realización del cuaderno de viaje. 2 h			2 h
Hasta el examen				Preparación examen final 4 h 30 min	Examen final 4 h		8 h 30 min
Horas	**34 h 40 min**	**6 h 30 min**	**6 h 30 min**	**63 h 40 min**	**10 h**		**121 h 30 min**

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

Materiales de Construcción II

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001208	4,5	Común de ing. civil	Común	Español

Nombre en inglés	Construction and Building Materials II
Materia	Materiales de Construcción
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción
Web asignatura	
Periodo impartición	Cuarto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Jaime Carlos Gálvez Ruiz	Pte.	A	L, M (16:30-18:30) X (10:30-12:30)	Lº Materiales	*jaime.galvez@upm.es*
Alejandro Enfedaque Díaz		C	L (10:30-14:30); M (9:30-13:30)	Lº Materiales	*alejandro.enfedaque@upm.es*
Eduardo Moreno Almansa	Secr.	Todos	L (12:00-14:00) X (12:00-14:00 y 17:00-19:00)	Lº Materiales	*eduardo.malmansa@upm.es*
Encarnación Reyes Pozo	Vocal	A	L y J (12:00 -14:00) M (15:30-17:30) X (12:00-14:00)	Lº Materiales	*encarnacion.reyes@upm.es*
Pilar Alaejos Gutiérrez		B	M (17:30-19:30) X (18.30- 19.30)	Lº Materiales	*mariadelpilar.alaejos@upm.es*
Jesús Díaz Cuevas		B	M (Desde las 16:30)	Lº Materiales	*jesus.diaz@upm.es*
Miguel Ángel Sanjuan Barbudo.		C	M(17:30-19:30) J(17:30-21:00)	Lº Materiales	*ma.sanjuan@upm.es*
Ana Patricia Pérez Fortes		Todos	L (10:00-12:30) X (10:00-12:30)	Lº Materiales	*ana.patricia.perez@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; Química de materiales

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM 18.2	Capacidad de identificación de propiedades y selección de materiales de construcción en función del uso. Capacidad de aplicación de la normativa de control y calidad de los materiales de construcción, y comprensión de sus fundamentos.
CM19.1	Capacidad para aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimiento de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan.

Código	Competencia
CM19.2	Comprensión de los mecanismos físico-químicos que determinan las fases del ciclo de vida de los materiales de construcción (fabricación, utilización, eliminación y reciclado), su durabilidad y su incidencia en el medio ambiente.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
CT9	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	Identifica las propiedades de los materiales de construcción en función del uso y selecciona los apropiados, aplicando las leyes y principios de la Física y la Química.	CM18.2
RA2	Aplica la normativa de control y calidad de los materiales de construcción a partir de sus fundamentos.	CM18.2
RA3	Establece las necesidades de materiales de construcción de sistemas estructurales. Identifica las características microestructurales que determinan las propiedades mecánicas de los materiales de construcción.	CM 19.1
RA4	Explica los mecanismos físico-químicos que determinan las fases del ciclo de vida de los materiales de construcción (fabricación, utilización, eliminación y reciclado), su durabilidad y su incidencia en el medio ambiente.	CM19.2
RA5	Aplica técnicas de elaboración y caracterización de materiales de construcción.	CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los comportamientos químicos, físicos, mecánicos y tecnológicos de los materiales de construcción.	RA1 y RA2
IL2	Sí	Cuantifica correctamente las propiedades mecánico-resistentes de los materiales de construcción, así como también los procesos químicos, físicos y mecánicos, que tienen lugar en ellos.	RA1, RA2 y RA5
IL3	No	Relaciona el comportamiento de los materiales con el. comportamiento estructural	RA3
IL4	Sí	Resuelve correctamente problemas de dosificación de materiales así como de dimensionamiento de elementos estructurales sencillos.	RA1, RA2 y RA3
IL5	No	Conoce los mecanismos físico-químicos que determinan la evolución de las características mecánico-resistentes y de durabilidad de los materiales con el tiempo debido a cargas y al medio ambiente al que se encuentren expuestos.	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 teóricos de clase y actividades cooperativas **20%**

Descripción. Los ejercicios teóricos de clase consisten en una serie de cuestiones teóricas, que podrán realizarse en horario de clase para su resolución durante los últimos 15 minutos de una clase ordinaria o bien fuera del horario de clase. Cada ejercicio consiste en responder individualmente a una o varias cuestiones cortas planteadas sobre el contenido de esa clase particular o de las clases anteriores.

Para las actividades cooperativas se reservarán los 15-20 últimos minutos para la resolución de ejercicios prácticos cortos en grupos informales de tres alumnos. Cada grupo entregará su resultado al profesor.

Dentro de esta misma prueba se realizará un trabajo propuesto al principio de curso y desarrollado en grupos de 3 ó 4 alumnos. De este trabajo se realizará un informe y una exposición oral.

Criterios de calificación. El profesor valorará cada ejercicio de 0 a 10, igual para todos los componentes del equipo en los ejercicios cooperativos. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de todos los ejercicios realizados durante el curso. Esta prueba supondrá, en su conjunto, un 20% de la nota final del alumno.

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

Nota: en caso de que la docencia se realice online, se realizarán actividades con entregas telemáticas.

PE2. Examen parcial **40%**

Descripción. Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas al contenido de los temas impartidos hasta ese momento.

Criterios de calificación. Cada pregunta se valora de 0 a 10. La nota del examen será la media de los ejercicios del mismo. El examen parcial se aprueba si la calificación es igual o superior a 5, pudiéndose compensar con el resto de calificaciones a partir de 4.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Nota: en caso de que sea preciso, el examen se realizará por medios telemáticos

PE3. Examen final **40% o 80%**

Descripción. Consta de dos partes. La primera está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas relativos al primer examen parcial, que sólo deberán realizar los alumnos que no tengan una nota igual o superior a 4 en dicho parcial. La segunda está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico relativas al resto de la asignatura, que deberán realizar todos los alumnos. Cada parte tendrá un peso del 40% en la nota final.

Criterios de calificación. Cada pregunta se valora de 0 a 10. La nota del examen será la media de los ejercicios del mismo.

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.

Nota: en caso de que sea preciso, el examen se realizará por medios telemáticos

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

La nota final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. No obstante, se tendrá en cuenta lo siguiente:

-La nota mínima en cada parcial para optar a la calificación por evaluación continua será de 4 puntos.

Los alumnos que tengan nota igual o superior a 4 puntos en el primer examen parcial, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 (20%), PE2 (40%) y PE3 (segunda parte del examen final: 40%).

Los alumnos que no tengan nota igual o superior a 4 puntos en el primer examen parcial, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 (20%), PE3 (examen final completo: 80%), siempre que la nota de cada parcial sea igual o superior a 4.

Para superar la asignatura se deberá alcanzar una nota final igual o superior a 5 sobre 10. No obstante, la calificación final de los alumnos de evaluación continua no será inferior a la que hubiesen obtenido de aplicar los criterios de “sólo prueba final” que se indican a continuación.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua. El examen final extraordinario se rige por este sistema de evaluación.

Criterios de calificación. Cada pregunta se valora de 0 a 10. La nota del control será la media de los ejercicios del mismo.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Nota: en caso de que sea preciso, el examen se realizará por medios telemáticos

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

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

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Introducción **1.1.** Los materiales de naturaleza cohesiva y pétrea **1.2.** Las piedras en la naturaleza: origen y clasificación **1.3.** Las propiedades de las rocas **1.4.** Organización del curso. Sistema de evaluación	IL1
Tema 2. Piedras naturales **2.1.** Fábrica de piedra: sillería y sus tipos, mampostería y sus tipos **2.2.** Pavimentos **2.3.** Cubiertas **2.4.** Durabilidad y patología de las obras de fábrica de piedra	IL1, IL5
Tema 3. Yesos **3.1.** Naturaleza y tipos de yesos **3.2.** Proceso de fabricación **3.3.** Comportamiento y propiedades **3.4.** Usos en la construcción	IL1, IL4, IL5
Tema 4. Cales **4.1.** Naturaleza y tipos de cales **4.2.** Proceso de fabricación **4.3.** Comportamiento y propiedades **4.4.** Usos en la construcción	IL1, IL4, IL5
Tema 5. Composición y fabricación del cemento Pórtland **5.1.** Materias primas **5.2.** Componentes principales del clinker Pórtland **5.3.** Componentes secundarios **5.4.** Módulos del cemento Pórtland **5.5.** Adiciones **5.6.** Fabricación del cemento Pórtland.	IL1, IL3, IL4
Tema 6. Características e hidratación del cemento Pórtland **6.1.** Finura de molido **6.2.** Pérdidas por calcinación. Residuo insoluble **6.3.** Hidratación **6.4.** Fraguado y endurecimiento **6.5.** Expansión. **6.6.** Retracción y entumecimiento **6.7.** Resistencia mecánica	IL1, IL3, IL5
Tema 7. Cementos **7.1.** Tipos de cemento: puzolánicos, con escorias de alto horno, blancos, de bajo calor de hidratación, resistentes a los sulfatos y agua de mar, de aluminato cálcico, sin retracción **7.2.** Clasificación de los cementos españoles **7.3.** Otras clasificaciones	IL1, IL2, IL3
Tema 8. El agua y los áridos del hormigón **8.1.** Agua de amasado, curado y lavado de áridos **8.2.** Naturaleza, procedencia y clasificación de los áridos **8.3.** Características de los áridos: árido grueso y fino, densidad, porosidad y absorción, humedad, entumecimiento, resistencia mecánica, dureza, forma, textura superficial, adherencia árido-pasta, sustancias perjudiciales, inestabilidad, reacción árido-álcali, propiedades térmicas	IL1, IL2, IL3

Tema 9. Granulometría de los áridos **9.1.** Análisis granulométrico **9.2.** Curvas granulométricas. Granulometrías continuas y discontinuas **9.3.** Tamaño máximo de árido **9.4.** Módulo granulométrico. Ajustes granulométricos. Granulometrías óptimas y dominios granulométricos: curvas de Fuller y Bolomey, dominio granulométrico en el Código Modelo (CEB-FIP), husos para el árido fino de la EHE y la ASTM	IL1, IL2, IL3
Tema 10. Hormigón fresco **10.1.** Consistencia y docilidad **10.2.** Medida de la consistencia y docilidad: Cono de Abrams, mesa de sacudidas, consistómetro Vebe, cono invertido, manejabilímetro L.C.L **10.3.** Homogeneidad. Segregación y exudación	IL1, IL2, IL3
Tema 11. Aditivos **11.1.** Introducción y clasificación **11.2.** Plastificantes. Superplastificantes. Inclusotes de aire. Modificadores de fraguado y endurecimiento. Aceleradores. Hidrófugos de masa. Generadores de gas. Generadores de espuma. Colorantes	IL1, IL2, IL3
Tema 12. Dosificación de hormigones (I). **12.1.** Prescripciones generales: relación agua/cemento, contenido de cemento y adiciones, granulometría **12.2.** Métodos de dosificación basados en el contenido de cemento: método de Fuller, método de Bolomey, método de Faury **12.3.** Ejemplos.	IL1, IL2, IL4
Tema 13. Dosificación de hormigones (II). **13.1.** Métodos basados en la resistencia a compresión: métodos del A.C.I., método de De la Peña **13.2.** Ejemplos.	IL3, IL4
Tema 14. Fabricación, transporte y puesta en obra del hormigón **14.1.** Fabricación del hormigón: amasado del hormigón, centrales de hormigonado **14.2.** Transporte del hormigón: transporte intermitente y transporte continuo **14.3.** Puesta en obra del hormigón: precauciones a tomar, hormigonado bajo el agua, hormigonado por inyección, hormigonado por vacío **14.4.** Consolidación del hormigón **14.5.** Juntas de hormigonado **14.6.** Hormigonado en tiempo frío y caluroso	IL4, IL5
Tema 15. Curado y protección del hormigón **15.1.** Objetivos del curado y la protección **15.2.** Edad ficticia y grado de madurez **15.3.** Curado del hormigón **15.4.** Influencia del curado en la durabilidad **15.5.** Tipos de curado: ordinario, acelerado **15.6.** Protección del hormigón	IL4, IL5
Tema 16. Características físicas del hormigón endurecido (I). **16.1.** Microestructura y propiedades **16.2.** Densidad **16.3.** Comportamiento elástico. Módulos de elasticidad	IL1, IL3, IL4

Tema 17. Características físicas del hormigón endurecido (II). **17.1.** Resistencia a compresión: clasificación según la resistencia a compresión, probetas **17.2.** Factores que influyen en la resistencia: materiales, relación agua/cemento, tamaño máximo de árido, forma y dimensiones de la probeta, ejecución del ensayo, edad del hormigón **17.3.** Probetas testigo **17.4.** Determinación "in situ" de la resistencia a compresión **17.5.** Resistencia característica del hormigón	IL1, IL3, IL4
Tema 18. Características físicas del hormigón endurecido (III). **18.1.** Resistencia a tracción. Ensayo de tracción indirecta. Ensayo de Flexotracción **18.2.** Deformación bajo tracción **18.3.** Permeabilidad **18.4.** Retracción: plástica, de secado, por carbonatación **18.5.** Entumecimiento. Ciclos humedad-sequedad **18.6.** Fluencia **18.7.** Propiedades térmicas	IL1, IL3, IL4
Tema 19. Durabilidad del hormigón (I). **19.1.** Concepto de durabilidad **19.2.** Clases de tipo de ambiente **19.3.** Acciones físicas: ciclos hielo-deshielo, abrasión, acción del fuego **19.4.** Ataques químicos: proceso de ataque, ataque por ácidos, ataque por aguas puras, ataque por sales orgánicas e inorgánicas, ataque por sulfatos, reacción árido-álcali, ataque por álcalis	IL4, IL5
Tema 20. Durabilidad del hormigón (II). **20.1.** Corrosión del acero en el hormigón armado y pretensado **20.2.** Fisuración del hormigón: aspectos generales y morfología **20.3.** Causas de la fisuración: retracción plástica e hidráulica, retracción térmica, acciones de cargas	IL4, IL5
Tema 21. Hormigones especiales (I). **21.1.** Hormigones ligeros: con áridos ligeros, dosificación, fabricación y puesta en obra, hormigones sin finos, hormigones celulares **21.2.** Hormigones pesados: áridos pesados, dosificación, fabricación y puesta en obra. **21.3.** Hormigones refractarios: comportamiento de la pasta de cemento y los áridos a alta temperatura, dosificación, fabricación y puesta en obra, refuerzo con fibras de acero **21.4.** Hormigones autocompactantes	IL2, IL4
Tema 22. Hormigones especiales (II). **22.1.** Hormigones reforzados con fibras **22.2.** Tipos de fibras: metálicas, polipropileno, vidrio **22.3.** Hormigones impregnados con polímeros **22.4.** Hormigones porosos **22.5.** Hormigones secos compactados con rodillo **22.6.** Hormigón y mortero proyectado **22.7.** Hormigones de alta resistencia. Hormigones de altas prestaciones **22.8.** Hormigones con áridos reciclados	IL2, IL4

Tema 23. Introducción a los materiales bituminosos **23.1.** Clasificación y composición: betunes y alquitranes **23.2.** Composición química **23.3.** Estado y obtención: betunes y asfaltos naturales, betunes artificiales, alquitranes, betunes fluidificados, emulsiones bituminosas **23.4.** Especificaciones: alquitranes, betunes asfálticos de penetración, betunes asfálticos oxidados, betunes fluidificados, emulsiones asfálticas	IL1, IL4
Tema 24. Propiedades de los materiales bituminosos. **24.1.** Propiedades de los betunes asfálticos y su determinación: densidad, viscosidad, susceptibilidad, punto de reblandecimiento, índice de penetración, ductilidad, fragilidad, solubilidad en tricloro-etano, pérdida por calentamiento, contenido de agua por destilación y contenido de alquitrán. Propiedades de los betunes fluidificados **24.2.** Propiedades de las emulsiones asfálticas: contenido de ligante y agua, sedimentación, tamizado, homogeneidad, viscosidad, miscibilidad al agua, mezclado de cemento	IL1, IL4, IL5
Tema 25. Uso de los materiales bituminosos en la construcción **25.1.** Durabilidad de los materiales bituminosos **25.2.** Precauciones de empleo **25.3.** Aplicaciones: pavimentos (riegos de imprimación, riegos de adherencia, tratamientos superficiales, macadam bituminoso, lechadas bituminosas, mezclas bituminosas), impermeabilizaciones en la edificación, impermeabilizaciones en obras hidráulicas.	IL4, IL3
Tema 26. Otros materiales auxiliares **26.1.** Pinturas y barnices **26.2.** Explosivos industriales **26.3.** Combustibles.	IL1, IL2

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

Las clases de teoría aportan los conocimientos teóricos básicos con un enfoque eminentemente práctico y apoyadas por medios audiovisuales. Se dedicará una parte de ellas, a una evaluación continua del alumno. De esta forma cada tres semanas aproximadamente se reserva una parte del tiempo al final de la clase al planteamiento y resolución de cuestiones planteadas a partir de la materia presentada.

Nota: en caso de docencia online, las clases mantendrán el contenido que se impartirá de forma telemática.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. Estas prácticas de aula plantean ejercicios de tipo práctico que, además de ilustrar y complementar la teoría, están en su mayoría relacionados casos reales de ingeniería civil. Con una frecuencia al menos semanal, se plantean problemas como actividades grupales para ser resueltas en pequeños grupos informales (3 o 4 miembros) formados durante el transcurso de la clase, en un tiempo aproximado de 15-20 min, siendo asistidos por el profesor cuando así lo requieran.

Nota: en caso de docencia online, las clases mantendrán el contenido que se impartirá de forma telemática

Prácticas de laboratorio o de campo:

En las prácticas de laboratorio el alumno observa, experimenta y comprueba los fenómenos relativos al comportamiento mecánico de los materiales estudiados en la asignatura. En ellas el alumno establece contacto con las técnicas experimentales de caracterización de las propiedades de los materiales.

Estos trabajos podrán desarrollarse por medios telemáticos si fuera preciso, sustituyendo a las actividades presenciales.

Trabajos autónomos:

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

Taller de trabajo en grupo:

Se planteará un trabajo en grupo abierto y de cierta complejidad, para estudiar en profundidad algún tema relevante de los materiales de construcción. Los alumnos deberán hacer este trabajo fuera de clase, y después tendrán que exponerlo en público frente a sus compañeros. Para la exposición pública de trabajos se organizarán sesiones de una hora en horario extraescolar en las que cuatro grupos expondrán sus estudios durante un cuarto de hora.

Para ayudar a su realización se organizará un taller de trabajo en grupo de una hora de duración, en horario extraescolar para organizar y trabajar las entregas de grupo, con el apoyo del profesor para orientarles en las dudas.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para controlar la evolución del trabajo personal del alumno y resolución de dudas.

Conferencias

Se propone organizar una conferencia impartida por un profesional de prestigio, en la que se presenten los aspectos aplicados de los materiales de construcción en la actualidad, así como su relación con los diversos tipos de estructuras y obras.

Viaje de prácticas

Se procurará organizar un viaje de prácticas, en coordinación con el resto de asignaturas de segundo curso, con una duración de dos días.

Formación on-line

En la plataforma Moodle la asignatura tiene un espacio donde los alumnos pueden acceder a diversa información y actividades de la asignatura destinada al autoestudio y autoevaluación.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Arredondo, *Piedras, Cerámica y Vidrio,* Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 1991.

Arredondo, *Yesos y Cales,* Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 1991.

Fernández Cánovas, M., *Hormigón,* Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2007.

Fernández Cánovas, M., *Materiales Bituminosos,* Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 1991.

Gálvez y Lucea, *Problemas de Materiales de Construcción*, Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, 2010.

Bibliografía complementaria:

Fernández Cánovas, M., Terapéutica del *Hormigón Armado,* Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1994.

Ministerio de Fomento, *Código Estructural*, Madrid, 2023.

Ministerio de Fomento, *Pliego de Recepción de Cementos RC-16*, Madrid, 2016.

Ministerio de Fomento, *Guía de Aplicación de la Instrucción de Hormigón Estructural*. *Edificación*, Madrid, 2002.

UNE-EN 13279-1, *Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción.*, AENOR, Madrid, 2009.

UNE-EN 459-1, *Cales para construcción*, AENOR, Madrid, 2002.

Kraemer, C. y Del Val, M.A., *Firmes y Pavimentos*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1998.

Recursos Web:

En la plataforma Moodle aparecerán periódicamente documentos para completar la información.

Equipamiento específico:

Biblioteca de la escuela y de la asignatura de Materiales.

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 y 2 3 h 15 min			Estudio temas 1 y 2 3 h 30 min			6 h 45 min
2	Temas 3 y 4 2 h 10 min	Problemas del tema 3 1 h 05 min		Estudio temas 3 y 4 3 h 30 min			6 h 45 min
3	Temas 5 y 6 2 h 10 min	Problemas de los temas 4 y 5 1 h 05 min		Estudio temas 5 y 6 3 h 30 min			6 h 45 min
4	Temas 7 y 8 2 h 10 min	Problemas de los temas 5 (cont.) y 6. 1 h 05 min		Estudio temas 7 y 8 3 h 30 min			6 h 45 min
5	Temas 9 y 10 2 h 10 min	Problemas de los temas 7 y 9. 1 h 05 min		Estudio temas 9 y 10 3 h 30 min			6 h 45 min
6	Temas 11 y 12 2 h 10 min	Problemas del tema 12 1 h 05 min		Estudio temas 11 y 12 3 h 30 min			6 h 45 min
7	Temas 12 (cont.) y 13 2 h 10 min	Problemas del tema 13. 1 h 05 min		Estudio temas 12 (cont.) y 13 y preparación control 10 h 30 min	Control intermedio 3 h		16 h 45 min
8							
9	Tema 14 2 h 10 min	Problemas del tema 14 1 h 05 min		Estudio del tema 14 3 h 30 min			6 h 45 min
10	Temas 15 y 16 2 h 10 min	Problemas del tema 15 1 h 05 min		Estudio temas 15 y 16 3 h 30 min			6 h 45 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
11	Temas 17 y 18. 2 h 10 min	Problemas de los temas 16 y 17. 1 h 05 min		Estudio de los temas 17 y 18 y ejercicios. 3 h 30 min			6 h 45 min
12	Temas 19 y 20 1 h 05 min	Problemas del tema 17 (cont.) 1 h 05 min		Estudio temas 19 y 20 3 h 30 min			5 h 40 min
13	Temas 19 y 20 (cont) 1 h 05 min						1 h 05 min
14	Tema 21 y 22 2 h 10 min	Problemas del tema 18 1 h 05 min		Estudio tema 21 y 22 3 h 30 min			6 h 45 min
15	Tema 23 y 24 1 h 05 min	Problemas de los temas 19 y 20 1 h 05 min		Estudio tema 23 y 24 3 h 30 min			5 h 40 min
16	Tema 25 2 h 10 min	Problemas de los temas 23 y 24 1 h 05 min		Estudio temas 25 y 26 3 h 20 min			6 h 35 min
17	Tema 26 2 h 10 min			Estudio tema 26 3 h 20 min			5 h 30 min
Fuera horario					Exposición de trabajo en grupo 1 h	Taller trabajo en grupo 1 h	2 h
Hasta el examen				Preparación examen final 7 h 45 min	Examen final 3 h		10 h 45 min
Horas	**32 h 30 min**	**14 h 05 min**		**66 h 55 min**	**7 h**	**1 h**	**121 h 30 min**

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

Mecánica

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001212	4,5	Científico- técnica	Común	Español

Nombre en inglés	Mechanics
Materia	Mecánica y Mecánica Computacional
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Web asignatura	*http://www.mecanica.upm.es*, *http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=668*
Periodo impartición	Cuarto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
José M.ª Goicolea Ruigómez	Pte.	A	L y M (12- 14 y 16:30-17:30)	Torre T9-7	*jose.goicolea@upm.es*
Mª Dolores Gómez Pulido		A	V (16:30-19:30)	Torre T9-6	*dolores.pulido@upm.es*
Felipe Gabaldón Castillo	Secr.	B	L (11:30-13:30) y X (9-11 y 16:30-18.30)	Lab. Mecánica computacional	*felipe.gabaldon@upm.es*
Juan José Arribas Montejo		B	M (10:30– 13:30 y 16:30-19:30)	Lab. Mecánica computacional	*juanjose.arribas@upm.es*
Francisco Martínez Cutillas	Vocal	C	L(15:00-17:30) y (19:30-20:30) M (15:00-19:00) y (20:00-21:00)	Torre T9-8	*francisco.martinez@upm.es*
Sergio Blanco Ibáñez		C	L y M (12-14 y 16:30-17:30)	Dpcho 1.13 Planta 1	*sergio.blanco@upm.es*
Angel Yagüe Hernán		C	L y M (11:00-14:00)	Torre T9-8	*angel.yague@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:

Algebra Lineal Y Geometria Analitica, Calculo I, Calculo II, Fisica, Fisica De Solidos Y Fluidos, Teoria De Campos

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM14.4	Capacidad de modelización y predicción analítica del comportamiento mecánico de sistemas de sólidos rígidos y sólidos hookeanos.

Código	Competencia
CM14.5	Capacidad de modelización y predicción computacional del comportamiento mecánico de sistemas de sólidos rígidos y sólidos hookeanos.
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil (Desarrolla parcialmente la competencia transversal 3.ª del R.D. 1393/2007).
CT9	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	Plantea, argumenta y resuelve problemas de dinámica y estática de sólidos rígidos por procedimientos analíticos, a partir de las leyes generales de la mecánica.	CM14.4
RA2	Propone y resuelve modelos matemáticos y numéricos para la mecánica, realizando “experimentación numérica”, a partir de las leyes generales de la mecánica y los modelos analíticos resultantes.	CM14.5
RA3	Argumenta la resolución de problemas mediante la lógica científica y la metodología de la mecánica; contrasta y compara los resultados de modelos de cálculo con experimentos y medidas.	CM45 y CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los modelos analíticos y resuelve problemas para la dinámica y estática de sólidos rígidos con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico.	RA1
IL2	Sí	Resuelve problemas mediante métodos numéricos para la dinámica y estática de sólidos rígidos con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico.	RA2
IL3	Sí	Interpreta los resultados de los modelos de cálculo para sólidos rígidos.	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. El seguimiento de las clases se hará mediante ejercicios o cuestionarios breves, aplicación directa modelos o desarrollos explicados antes en clase. Estos ejercicios no se anunciarán con antelación, y se deberán realizar con el grupo y profesor que le corresponde a cada estudiante. Se valorarán con un 10% de la puntuación global, es decir 1 punto sobre 10. Se requiere un mínimo del 65% de dichos ejercicios entregados para contabilizar esta puntuación..

Criterios de calificación. Se requerirá realizar al menos el 65% de los ejercicios propuestos.

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

PE2. Pruebas parciales de control **30%**

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. Las pruebas intermedias serán tres: Prueba 1: un test y un problema; Prueba 2: un test y dos problemas; Prueba 3: un test y un problema.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se puntuará sobre 10 puntos. Se requerirá realizar las tres pruebas parciales.

Momento y lugar. Las pruebas se realizarán fuera del horario de clase, en el momento y lugar que se anunciará oportunamente con la programación del curso.

PE3. Examen final **60%**

Descripción. El examen final constará de 3 ejercicios. El primero será teórico-práctico y a su vez tendrá dos partes, un test de opción múltiple y una cuestión breve a desarrollar. Los otros dos ejercicios serán problemas. Cada uno de los 3 ejercicios tendrá igual peso en la nota.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se valorará sobre 10 puntos. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los tres ejercicios.

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 (PE1, PE2, PE3) ponderada por su correspondiente peso. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5, así como por lo menos un 4 sobre 10 en el examen final (PE3). En el caso de no superar esta nota mínima no se contará para la nota final la evaluación continua y será calificado mediante "solo prueba final".

Por otra parte, 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 "sólo prueba final"

Descripción. Consiste en el mismo examen final (PE3) descrito arriba.

Criterios de calificación. (Idénticos a los anteriormente expuestos)

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final (PE3). Para aprobar la asignatura la calificación debe ser mayor o igual a 5.

8. Contenidos específicos (temario).

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Recapitulación de principios y teoremas generales de la mecánica de sistemas Tipos de fuerzas sobre un sistema mecánico. Magnitudes cinéticas. Principios de Newton y Euler. Principio de los trabajos virtuales. Principio de D'Alembert.	IL1
Tema 2. Dinámica analítica: ecuaciones de Lagrange para sistemas dinámicos Concepto de coordenadas generalizadas. Principio de D'Alembert. Ecuaciones de Lagrange. Integrales primeras. Cálculo de variaciones en sistemas dinámicos. Principio de Hamilton	IL1, IL 2 IL 3

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 3. Estática analítica Condiciones de equilibrio estático de un sistema. Concepto y condiciones para la estabilidad del equilibrio. Aplicaciones en sistemas de barras articuladas.	IL1, IL2, IL 3
Tema 4. Oscilaciones lineales con un grado de libertad El oscilador armónico simple. Oscilaciones con amortiguamiento. Oscilaciones forzadas. Amplificación dinámica y resonancia.	IL1
Tema 5. Oscilaciones lineales con *n* grados de libertad Linealización de las ecuaciones para pequeñas oscilaciones alrededor del equilibrio. Oscilaciones libres: modos normales de vibración y frecuencias propias. Sistemas con amortiguamiento. Oscilaciones forzadas. Régimen transitorio y permanente. Participación modal. Resonancia.	IL1, IL2, IL 3
Tema 6. Cinemática del Sólido Rígido La velocidad angular como transformación hemisimétrica. Campo de velocidades. Movimiento helicoidal tangente y rotación instantánea. Composición de movimientos. Sólidos tangentes: rodadura, pivotamiento, deslizamiento. Campo de aceleraciones. Rotación finita como transformación ortogonal. Rotación activa y pasiva. Parametrización de rotaciones: ángulos de Euler. Composición de rotaciones. Velocidad de rotación como derivada de la rotación finita.	IL1
Tema 7. Dinámica del Sólido Rígido El Sólido Rígido como sistema discreto o como medio continuo. Geometría de masas. Fuerzas exteriores e interiores, activas y reactivas. Aplicación de los teoremas generales. Ecuaciones cardinales de la estática y de la dinámica. Ligaduras del sólido: holónomas / anholónomas, internas / externas. Sistema del centro de masa. Aplicación de los teoremas generales: ecuaciones de Euler. Expresiones en el triedro del cuerpo, triedro intermedio y triedro fijo.	IL1
Tema 8. Aplicaciones de la dinámica del Sólido Rígido Movimiento por inercia Movimiento de sólido simétrico pesado (peonza). Efecto giroscópico. Estabilidad del movimiento.	IL1, IL2, IL 3
Tema 9. Equilibrio de cables Ecuaciones de equilibrio de cables flexibles. Configuraciones de equilibrio: parábola, catenaria. Rigidez geométrica de un cable.	IL1, IL2, IL 3

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los fenómenos físicos, las leyes y modelos de la mecánica de sólidos rígidos. El enfoque primará la comprensión y asimilación de dichos modelos y la capacidad de aplicación práctica en ejercicios y problemas. Se prestará especial atención a los modelos adecuados para resolución numérica por ordenador.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas constituyen una componente esencial de la asignatura. Se alternarán los problemas resueltos por el profesor y discutidos en clase con otros que deberán resolver autónomamente los estudiantes con las ayudas o indicaciones del profesor. Los estudiantes dispondrán de los enunciados de los ejercicios a resolver en clase durante el curso y de las soluciones a los más significativos.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Goicolea, José M, Curso breve de dinámica, 2018. Disponible en la plataforma Moodle de la UPM *http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales//course/view.php?id=3409*

Goicolea, José M, Cálculo de cables, 2012. Disponible en la plataforma Moodle de la UPM http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales//course/view.php?id=3409

Goicolea, José M, *Curso de Mecánica*, Ed Escuelas, 2001.

Bibliografía complementaria:

Fernández Palacios, José A, *Mecánica teórica de los sistemas de sólidos rígidos, 1989*.

Prieto Alberca, M*, Curso de Mecánica Racional. I Cinemática y Estática; II Dinámica*, ADI 1992.

Marion, J.B., *Dinámica clásica de las partículas y sistemas*. Reverté, 1984.

Recursos Web:

En la plataforma Moodle y en la página web se proporciona una colección completa de problemas resueltos y los libros de bibliografía básica de la asignatura.

Equipamiento específico:

Biblioteca de la escuela y de la cátedra de mecánica.

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 + introd. 2 h 10 min	Problemas del tema 1. 1 h 05 min		Estudio del tema 1 y sus ejercicios. 3 h 45 min			7 h
2	Tema 1 2 h 10 min	Problemas del tema 1 1 h 05 min		Estudio del tema 1 y sus ejercicios. 3 h 30 min		Test 15 min	7 h
3	Tema 2 2 h 10 min	Problemas del tema 2. 1 h 05 min		Estudio del tema 2 y sus ejercicios. 3 h 30 min		Test 15 min	7 h
4	Tema 3 1 h 05 min	Problemas del tema 2. 1 h 05 min		Estudio del tema 3 y sus ejercicios. 3 h 45 min	Problema puntuable 1 1 h 05 min		7 h
5	Tema 4 2 h 10 min	Problemas del tema 3 1 h 05 min		Estudio del tema 4 y sus ejercicios. 3 h 30 min		Test 15 min	7 h
6	Tema 5 1 h 05 min	Problemas del tema 4 1 h 05 min		Estudio del tema 5 y sus ejercicios. 3 h 35 min			5 h 45 min
7	Tema 5 2 h 10 min	Problemas del tema 5 1 h 05 min		Estudio del tema 5 y sus ejercicios. 3 h 30 min		Test 15 min	7 h
8				Estudio del tema 5 y sus ejercicios 4 h 45 min	Problemas puntuables 2 y 3 2 h 10 min		6 h 55 min
9	Temas 5 y 6 2h 10 min	Problemas del tema 5 1 h 05 min		Estudio de los temas 5, 6 y sus ejercicios. 3 h 30 min		Test 15 min	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
10	Tema 6 1 h 05 min	Problemas del tema 6 1 h 05 min		Estudio de los temas 6, 7 y sus ejercicios. 3 h 35 min			5 h 45 min
11	Temas 6 y 7 2 h 10 min	Problemas del tema 6 1 h 05 min		Estudio de los temas 6, 7 y sus ejercicios. 3 h 30 min		Test 15 min	7 h
12	Tema 7 2 h 10 min	Problemas del tema 7 1 h 05 min		Estudio del tema 7 y sus ejercicios. 3 h 30 min		Test 15 min	7 h
13	Tema 8 1 h 05 min	Problemas del tema 7 2 h 10 min		Estudio de los temas 7, 8 y sus ejercicios. 3 h 30 min		Test 15 min	7 h
14	Tema 8 1 h 05 min	Problemas del tema 8 1 h 05 min		Estudio de los temas 7, 8 y sus ejercicios. 3 h 45 min	Problema puntuable 4 1 h 05 min		7 h
15	Tema 9 y repaso 2 h 10 min	Problemas del tema 9 1 h 05 min		Estudio de los temas 8, 9 y sus ejercicios. 3 h 45 min			7 h
Hasta el examen				Preparación examen final 16 h 05 min	Examen final 3 h		19 h 05 min
Horas	**24 h 55 min**	**16 h 15 min**		**71 h**	**7 h 20 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.

Resistencia de Materiales

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001211	6	Común de ing. civil	Común	Español

Nombre en inglés	Strength of Materials
Materia	Resistencia de Materiales
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Web asignatura	Plataforma Moodle
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Carlos Zanuy Sánchez	Pte	Todos	J y V 11:00-14:00	Lab. Estructuras	*carlos.zanuy@upm.es*
Juan Carlos Mosquera Feijóo	Vocal	Todos	X y J 10:30-13:30	Lab. Sist. Inteligentes	*juancarlos.mosquera@upm.es*
Iván Muñoz Díaz		Todos	X y J 11:00-14:00	Lab. Estructuras	*ivan.munoz@upm.es*
José Manuel Soria Herrera	Secret	Todos	M, X y J 12:00-14:00	Planta 9ª	*jm.soria@upm.es*
Carlos Martín de la Concha Renedo		Todos	M y J 11:00-12:00	Lab. Estructuras	*carlos.martindelaconcha@upm.es*
David Fernández Montes		Todos	M y J 18:45-20:45	Lab. Estructuras	*david.fernandez.montes@upm.es*
Alberto Sanz Rubio		Todos	L y X 18:00-20:00	Lab. Estructuras	*alberto.sanzr@upm.es*
Luis Plaza Beltrán		Todos	V: 15:30- 19:30	Lab. Estructuras	*luis.plaza.beltran@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:

Física de sólidos y fluidos.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Derivación e integración de funciones reales, Planteamiento y resolución de ecuaciones diferenciales lineales, Conocimientos básicos de cálculo vectorial y tensorial, Cálculo de superficies, centros de gravedad y momentos de inercia, Principios básicos de cinemática y estática de sólidos.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM20.1	Capacidad para analizar y comprender cómo las características de las estructuras influyen en su comportamiento. Capacidad para aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento resistente de las estructuras para dimensionarlas siguiendo las normativas existentes y utilizando métodos de cálculo analíticos y numéricos.

Código	Competencia
CM20.2	Capacidad de cálculo de elementos estructurales a partir de modelos analíticos de comportamiento mecánico y fallo estructural anelásticos.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Explica el comportamiento mecánico y resistente de las estructuras a partir de sus características	CM20.1, CM20.2, CT5
RA2	Dimensiona estructuras con métodos de cálculo analíticos y numéricos según la normativa existente	CM20.1, CM20.2, CT5
RA3	Dimensiona elementos estructurales a partir de modelos analíticos de comportamiento mecánico y de fallo estructural anelásticos.	CM20.1, CM20.2, CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Determina en una sección arbitraria sometida a esfuerzos, la distribución de tensiones y deformaciones en rango elástico y lineal, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA1, RA2
IL2	Sí	Resuelve la respuesta elástica y lineal, en términos de movimientos, deformaciones, tensiones, esfuerzos y reacciones de estructuras de vigas continuas, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA1, RA2
IL3	Sí	Resuelve la respuesta elástica y lineal, en términos de movimientos, deformaciones, tensiones, esfuerzos y reacciones de estructuras planas (pórticos y arcos), con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA1, RA2
IL4	Sí	Entiende el concepto de inestabilidad y es capaz de obtener la carga crítica de pandeo elástico de soportes esbeltos, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA2, RA3
IL5	Sí	Resuelve el estado tenso-deformacional de una sección en el rango elasto-plástico ante estados de axil puro y flexión pura, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	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. 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.

Criterio de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10 puntos. La calificación final de la prueba PE1 será la media aritmética de todos los ejercicios realizados durante el curso. No se guardan las calificaciones de un curso a otro.

Momento y lugar: Se plantearán en la propia aula durante el horario de clase.

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. Exámenes parciales **90%**

Descripción: Consistirá en dos exámenes parciales, cada uno correspondiente a la mitad del temario de la asignatura aproximadamente. Cada examen parcial constará de tres ejercicios. Para cada ejercicio se dispondrá de un tiempo de 1 hora.

Criterio de calificación: Cada examen parcial se evaluará de 0 a 10 puntos, a partir de la media aritmética de las calificaciones de sus ejercicios. La calificación final de la prueba PE2 será la media aritmética de los dos exámenes parciales. Se establece un mínimo de 3,5 puntos en cada examen parcial para que puedan computar en la media. No se guardan las calificaciones de un curso a otro.

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.

Aprobarán la asignatura mediante "evaluación continua", sin necesidad de acudir al examen final, los alumnos que, habiendo obtenido una nota igual o superior a 3,5 puntos en cada uno de los parciales, tengan una calificación media ponderada de PE1 y PE2 igual o superior a 5 puntos.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

PE3. Examen final **100%**

Descripción: Los exámenes finales ordinario y extraordinario consistirán en tres ejercicios que podrán versar sobre todo el temario de la asignatura. Se dispondrá de 1 hora para cada uno de los ejercicios.

Criterio de calificación: Cada ejercicio se evaluará de 0 a 10 puntos. La calificación final del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en sus ejercicios. Para superar la asignatura mediante "sólo prueba final", la calificación de PE3 deberá ser igual o superior a 5 puntos.

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.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Conceptos e hipótesis fundamentales 1.1. Sólidos deformables. Estructuras. 1.2. Concepto de viga. Rebanada y fibra. 1.3. Hipótesis de la Resistencia de Materiales. 1.4. Apoyos y coacciones. 1.5. Acciones y cargas.	IL1, IL2, IL3
Tema 2. Equilibrio. Esfuerzos y tensiones 2.1. Ecuaciones de equilibrio. Tipos de estructuras. 2.2. Cálculo de reacciones en estructuras isostáticas. 2.3. Esfuerzos en una sección. 2.4. Cálculo de esfuerzos en estructuras isostáticas. 2.5. Ecuaciones de equilibrio en una rebanada. 2.6. Concepto de tensión. Carácter tensorial. 2.7. Relaciones entre esfuerzos y tensiones. 2.8. Tensiones principales en almas de vigas.	IL1, IL2, IL3
Tema 3. Deformaciones. Ecuaciones constitutivas 3.1. Concepto de deformación. Carácter tensorial. 3.2. Deformaciones de una rebanada.	IL1, IL2, IL3

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
3.3. Ecuaciones constitutivas de la elasticidad lineal. 3.4. Ecuaciones constitutivas de una rebanada.	
Tema 4. Cálculo de secciones 4.1. Secciones homogéneas. 4.2. Material que no resiste tracciones. 4.3. Cortante y rasante. 4.4. Secciones no homogéneas. 4.5. Construcción por fases. 4.6. Efectos térmicos.	IL1
Tema 5. Movimientos de vigas isostáticas 5.1. Movimientos en un punto. Fórmulas de Bresse. 5.2. Teoremas de Mohr. 5.3. Uso de las fórmulas de Bresse. 5.4. Deformaciones y movimientos impuestos. 5.5. Planteamiento diferencial de la respuesta de la viga y la barra.	IL2
Tema 6. Vigas hiperestáticas 6.1. Concepto de estructura hiperestática. Método de flexibilidad. 6.2. Vigas continuas. 6.3. Deformaciones impuestas en estructuras hiperestáticas. 6.4. Estructuras formadas por barras y vigas.	IL2
Tema 7. Métodos energéticos y líneas de influencia 7.1. Trabajo exterior y energía de deformación. 7.2. Principio de los trabajos virtuales. 7.3. Teorema de reciprocidad. 7.4. Líneas de influencia.	IL2
Tema 8. Pórticos 8.1. Definición y clasificación. 8.2. Cálculo de pórticos. 8.3. Simetría y antisimetría. 8.4. Marcos.	IL3
Tema 9. Arcos 9.1. Definición y clasificación. 9.2. Viga curva. Cálculo de arcos. 9.3. Resistencia por forma. Antifunicular. 9.4. Anillos.	IL3
Tema 10. Inestabilidad 10.1. Esfuerzos de segundo orden. 10.2. Pandeo de Euler.	IL4
Tema 11. Plasticidad 11.1 Material elasto-plástico. 11.2. Diagrama axil-deformación (axil puro). 11.3. Diagrama momento-curvatura (flexión pura).	IL5

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor explicará e ilustrará con referencias concretas los conceptos, principios, desarrollos, resultados y métodos de aplicación necesarios para conseguir las competencias transversales y específicas de la asignatura. Asimismo, estimulará la intervención del alumno mediante invitaciones a la reflexión pública sobre aspectos puntuales de las explicaciones.

Clases prácticas:

El profesor expondrá y resolverá en la pizarra los ejercicios de aplicación de la teoría, de nivel similar al de las pruebas de evaluación, necesarios para adquirir las competencias de la asignatura. Se procurará la participación de los estudiantes y se seguirá el rigor lógico en la metodología de resolución de los ejercicios y la continuidad necesaria con la teoría. El alumno dispondrá de antemano de los enunciados de los ejercicios a resolver en las clases.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No hay en la asignatura

Trabajos autónomos:

El alumno deberá estudiar en profundidad los ejercicios realizados en clase y ser capaz de resolverlos de forma autónoma. Adicionalmente, para constatar que efectivamente ha asimilado la metodología de resolución y como ayuda para el estudio, el alumno dispondrá de la colección de ejercicios resueltos de exámenes anteriores. El diseño de PE1, PE2 y PE3 será específico para lograr la capacidad de trabajo autónomo.

Trabajos en grupo:

En alguno de los ejercicios correspondientes a la prueba de evaluación PE1, el profesor permitirá la resolución de los mismos en grupos de 2 o 3 alumnos.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Fernández Díaz-Munío, R. (2006): *Tutorial de Resistencia de Materiales*, Servicio de publicaciones de la ETS Ingenieros de Caminos de Madrid.

Samartín Quiroga, A. (1995): *Resistencia de Materiales*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Escuelas.

De la Fuente Martín, P.; Zanuy Sánchez, C. (2017): *Fundamentos para el cálculo de estructuras prismáticas planas*. Monografía nº 424, Serie Monografías del IETCC. Editorial CSIC. Madrid, España.

Mosquera Feijóo, J.C. (2017): *Curso práctico de Resistencia de Materiales*, Dextra Editorial. Madrid, España.

Bibliografía complementaria:

Mosquera Feijóo, J.C. (2021): *Resistencia de Materiales*, *51 problemas útiles*, 4ª ed. Ed. Ingebook.

Mosquera Feijóo, J.C.; Suárez Guerra, F. (2019): *Estructuras hiperestáticas. Vigas y zancas*. 2ª ed., Ed. Ingebook.

Ortiz Berrocal, L. (2010): *Resistencia de Materiales*. 3ª ed., Ed. Mc Graw-Hill. Madrid, España.

Cervera Ruiz, M.; Blanco Díaz, E. (2001): *Mecánica de Estructuras: 1. Resistencia de Materiales*, 2ª ed., Ed. UPC.

Fernández Díaz-Munío, R. (1996): *Breviario de Elasticidad*, Servicio de publicaciones de la ETS Ingenieros de Caminos de Madrid.

Fernández Díaz-Munío, R. (2001): *Plasticidad abreviada*, Servicio de publicaciones de la ETS Ingenieros de Caminos de Madrid.

Beluzzi, O. (1967-1971): *Ciencia de la construcción*, Editorial Aguilar, Tomos I, II, III y IV.

Timoshenko (1957): *Resistencia de Materiales*, Editorial Espasa Calpe, Tomos 1 y 2.

Recursos Web:

Portal de la asignatura en la plataforma Moodle

Equipamiento específico:

Biblioteca 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 (ver Nota 2)	Otras actividades	Horas
1	Temas 1 y 2 3 h 15 min	Problemas del tema 1 1 h 05 min		Estudio personal 5 h			9,33
2	Tema 2 (cont) 2 h 10 min	Problemas del tema 2 1 h 45 min		Estudio personal 5 h	Ejercicio clase 25 min		9,33
3	Tema 2 (cont) 2 h 10 min	Problemas del tema 2 (cont.) 2 h 10 min		Estudio personal 5 h			9,33
4	Tema 3 2 h 10 min	Problemas del tema 3 1 h 45 min		Estudio personal 5 h	Ejercicio clase 25 min		9,33
5	Tema 4 2 h 10 min	Problemas del tema 4 2 h 10 min		Estudio personal 5 h			9,33
6	Temas 4 y 5 3 h 15 min	Problemas del tema 5 1 h 05 min		Estudio personal 5 h			9,33
7	Tema 5 (cont) 2 h 10 min	Problemas del tema 5 2 h 10 min		Estudio personal 5 h			9,33
8		Problemas temas 1-5 1 h 05 min		Estudio personal 8 h	1º examen parcial 3 h		12
9	Tema 6 2 h 10 min	Problemas del tema 6 2 h 10 min		Estudio personal 5 h			9,33
10	Tema 6 (cont.) 1 h 05 min	Problemas del tema 6 (cont.) 3 h 15 min		Estudio personal 5 h			9,33
11	Tema 7 3 h 15 min	Problemas del tema 7 40 min		Estudio personal 5 h	Ejercicio clase 25 min		9,33
12	Tema 8 2 h 10 min	Problemas del tema 8 2 h 10 min		Estudio personal 5 h			9,33

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación (ver Nota 2)	Otras actividades	Horas
13	Tema 9 2 h 10 min	Problemas temas 8 y 9 2 h 10 min		Estudio personal 5 h			9,33
14	Tema 10 2 h 10 min	Problemas temas 9 y 10 2 h 10 min		Estudio personal 5 h			9,33
15	Tema 11 2 h 10 min	Problemas del tema 11 1 h 45 min		Estudio personal 5 h	Ejercicio clase 25 min		9,33
Fuera del horario				Estudio personal 10 h	2º examen parcial 3 h		13
Hasta el examen				Preparación examen final 10 h	Examen final 3 h		13
Horas	**32 h 30 min**	**27 h 30 min**		**98 h**	**10 h 40 min**		**168 h 40 min**

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

NOTA 2. El número y las fechas de las pruebas de evaluación para el trabajo de clase son meramente orientativas.

Quinto Semestre

Cálculo de Estructuras

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001305	4,5	Científico-Técnica	Común	Español

Nombre en inglés	Structural Analysis
Materia	Cálculo de estructuras
Departamento	Mecánica de medios continuos y teoría de estructuras
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Quinto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Miguel Fernández Ruiz	Pte.	A y B	Sin horario	Lab. Estr. Despacho	*miguel.fernandezruiz@upm.es*
José María Arrieta Torrealba	Vocal	A y B	Sin horario	Sótano 1 Despacho	*josemaria.arrieta@upm.es*
Antonio Carnerero Ruiz	Secr	A y B	Sin horario	Planta 9 Despacho	*antonio.carnerero@upm.es*
David Izquierdo López		A y B	Sin horario	Planta 9 Despacho	*david.izquierdo@upm.es*
María Mercedes Madrid Ramos	.	A y B	Sin horario	Planta 9 Despacho	*mariamercedes.madrid@upm.es*
Alberto Uña Uña		A y B	Sin horario	Planta 9 Despacho	*alberto.una@upm.es*
Manuel Alejandro Nicolás Pazo		A y B	Sin horario	Planta 9 Despacho	*manuelalejandro.nicolas@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, Mecánica

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Análisis matemático. Cálculo diferencial e integral. Álgebra vectorial y tensorial. Análisis vectorial y tensorial.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM20.3	Capacidad de cálculo de estructuras con mecanismos resistentes interactivos, basada en modelos analíticos y computacionales refrendados por la normativa comunitaria.

Código	Competencia
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Calcula estructuras con mecanismos resistentes interactivos, mediante modelos analíticos y computacionales refrendados por la normativa comunitaria	CM20.3 CM45, CT5
RA2	Asume los principios de incertidumbre y riesgo en el cálculo de estructuras	CM20.3 CM45, CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Si	Conoce los fundamentos teóricos del análisis estructural y los aplica correctamente	RA1, RA2
IL2	Si	Conoce la tipología de las estructuras articuladas planas y las analiza correctamente mediante métodos elásticos y plásticos	RA1, RA2
IL3	Si	Conoce la tipología de las estructuras reticuladas planas y las analiza correctamente mediante métodos elásticos y plásticos	RA1, 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 progresiva"

PE1. Trabajo de clase, resolución interactiva de ejercicios **40%**

Descripción. Se valorará el trabajo de clase mediante la recogida de ejercicios propuestos y resueltos por el alumno, así como a través de la exposición y defensa oral de dichos ejercicios por parte de los alumnos.
Los ejercicios se distribuirán con una semana de antelación para que el alumno pueda resolverlos. La semana siguiente, o bien los alumnos podrán preguntar sus dudas al profesor y corregir su resolución para entregarla al final de la clase, o mediante una selección aleatoria, algunos alumnos tendrán que exponer su resolución. En dicha exposición, el alumno deberá explicar las hipótesis admitidas para el análisis efectuado, así como sus principales resultados. En ese momento, el ejercicio puede contener aún errores que se discutirán con el profesor, ya que se evaluará el trabajo realizado y la capacidad de razonar del alumno. Los alumnos deberán entregar los ejercicios resueltos la semana siguiente, siendo de nuevo corregidos aleatoriamente, verificando la calidad de los razonamientos y la corrección de las respuestas.

Criterios de calificación. Cada alumno tendrá un mínimo de dos notas, que podrán resultar de la evaluación de un ejercicio recogido o de una defensa oral. Dichas notas no serán comunicadas durante el periodo de evaluación continua. La nota del trabajo en clase será el promedio de las notas de todos los ejercicios corregidos o defendidos oralmente.

Momento y lugar: Durante las clases prácticas, que serán presenciales, salvo que las Autoridades Sanitarias lo prohíban, en cuyo caso serán telemáticas.

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. Prácticas especiales Descripción. Consiste en la resolución individual de ejercicios de la materia tratada en clase, que se realizará durante una clase ordinaria. Habrá cuatro prácticas especiales durante el curso. Criterios de calificación. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de las notas de los cuatro controles, salvo que una práctica especial tenga una nota inferior a 2.5, en cuyo caso la nota correspondiente a todas las prácticas especiales será igual a cero. Momento y lugar: En una fecha prefijada, durante las clases prácticas, que serán presenciales, salvo que las Autoridades Sanitarias lo prohíban, en cuyo caso serán telemáticas.	**60%**

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la media ponderada de las notas de las pruebas de evaluación PE1 y PE2 con los coeficientes indicados.

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

Los alumnos de evaluación continua que no aprueben la asignatura podrán presentarse al examen final en la convocatoria ordinaria, según se indica en el apartado 7.2.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en un único examen cuya duración será de unas 3 horas. Este examen estará formado por varios ejercicios de carácter práctico o teórico relativos a cualquier parte del contenido de la asignatura.

Criterios de calificación. Cada uno de los ejercicios se valorará sobre 10 puntos. La calificación del examen será la media ponderada de las notas de los ejercicios.

Momento y lugar: El examen será presencial, salvo que las Autoridades Sanitarias lo prohíban, en cuyo caso, será mediante videoconferencia, en la fecha y horario determinado por Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a cinco.

Los alumnos que no aprueben la asignatura por este procedimiento, deben acudir a la convocatoria extraordinaria, cuyo desarrollo es idéntico al descrito para la ordinaria.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
1. Fundamentos	
1.1. Introducción. Ética	IL1
1.2. Equilibrio	IL1
1.3. Análisis elástico	IL1
1.4. Análisis plástico	IL1
1.5. Conexiones	IL1
2. Estructuras articuladas	
2.1. Introducción	IL1, IL2
2.2. Análisis elástico	IL1, IL2
2.3. Análisis plástico	IL1, IL2
2.4. Líneas de influencia	IL1, IL2
3. Estructuras reticuladas	
3.1. Introducción	IL1, IL3
3.2. Análisis elástico	IL1, IL3
3.3. Análisis plástico	IL1, IL3
3.4. Líneas de influencia	IL1, IL3
4. Cálculo matricial	
4.1. Introducción	IL1, IL2, IL3
4.2. Matrices de flexibilidad y rigidez	IL1, IL2, IL3
4.3. Ensamblaje	IL1, IL2, IL3
4.4. Condiciones de contorno	IL1, IL2, IL3

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. También expondrá e ilustrará los principales métodos de cálculo de las tipologías estructurales objeto de la asignatura. Las clases pueden ser presenciales o telemáticas.

Clases prácticas:

Las clases prácticas, dedicadas a la resolución de ejercicios, complementan a las teóricas para conseguir 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 estructuras. En cada una de las clases prácticas se propondrá un ejercicio para aplicar los conceptos teóricos a un caso concreto. Las clases podrán desarrollarse en formato presencial o mediante videoconferencia.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se consideran necesarias prácticas adicionales en esta asignatura

Trabajo autónomo:

Trabajo en grupo:

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas. Podrán realizarse de manera presencial o mediante videoconferencia.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Fernández Ruiz, M., Estática y rotura de estructuras: Lógica, herramientas y actitudes para el pensamiento resistente, UPM Press, ISBN-10: 8418661151, ISBN-13: 978-8418661150, 2022, 200 p.

Bibliografía complementaria:

A consultar en las referencias bibliográficas de la bibliografía básica

Recursos Web:

En la plataforma Moodle aparecerán periódicamente documentos para completar la información

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	Apartados 1.1, 1.2 y 1.3 3 h 15 min			Estudio los apdos. 1.1, 1.2 y 1.3 3 h 15 min			6 h 30 min
2	Apartados 1.4 y 1.5 2 h 10 min	Prácticas de los apdos. 1.1 a 1.2 1 h 5 min		Estudio los apdos. 1.4 y 1.5(1) 3 h 15 min			6 h 30 min
3	Apartados 2.1 1 h 5 min	Prácticas de los apdos. 1.3 y 1.5 2 h 10 min		Estudio de los apdos. 1.5(2) y 1.6 3 h 15 min			6 h 30 min
4	Apartados 2.2 1 h 5 min	Prácticas de los apdos. 2.1 y 2.2 2 h 10 min		Estudio de los apdos. 2.1 y 2.2(1) 3 h 15 min			6 h 30 min
5	Apartado 2.3 1 h 5 min	Prácticas del apdo. 2.2 1 h 5 min		Estudio del apdo. 2.2(2) 3 h 15 min	Práctica especial 1 h 5 min		6 h 30 min
6	Apartado 2.3 1 h 5 min	Prácticas del apdo. 2.3 2 h 10 min		Estudio del apdo. 2.3 3 h 15 min			6 h 30 min
7	Apartado 2.4 2 h 10 min	Prácticas del apdo. 2.4 1 h 5 min		Estudio del apdo. 2.4 3 h 15 min			6 h 30 min
8	Apartado 3.1 1 h 5 min	Prácticas del apdo. 3.1 2 h 10 min		Estudio del apdo. 3.1 3 h 15 min			6 h 30 min
9	Apartado 3.2(1) 1 h 5 min	Prácticas del apdo. 3.2(1) 1 h 5 min		Estudio del apdo. 3.2(1) 3 h 15 min	Práctica especial 1 h 5 min		6 h 30 min
10	Apartados 3.2(2) y 3.3(1) 2 h 10 min	Prácticas de los apdos. 3.2(2) y 3.3(1) 1 h 5 min		Estudio de los apdos. 3.2(2) y 3.3(1) 3 h 15 min			6 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
11	Apartados 3.3(2) y 3.4 2 h 10 min	Prácticas de los apdos. 3.3(2) y 3.4 1 h 5 min		Estudio de los apdos. 3.3(2) y 3.4 3 h 15 min			6 h 30 min
12	Apartado 4.1 1 h 5 min	Prácticas del apdo. 4.1 1 h 5 min		Estudio del apdo. 4.1 3 h 15 min	Práctica especial 1 h 5 min		6 h 30 min
13	Apartados 4.2 y 4.3 2 h 10 min	Prácticas de los apdos. 4.2 y 4.3 1 h 5 min		Estudio de los apdos. 4.2 y 4.3 3 h 15 min			6 h 30 min
14	Apartado 4.4 1 h 5 min	Prácticas del apdo. 4.4 1 h 5 min		Estudio del apdo. 4.4 3 h 15 min	Práctica especial 1 h 5 min		6 h 30 min
Hasta el examen				Preparación examen final 6 h	Examen final 3 h		9 h
Horas	**22 h 45 min**	**18 h 25 min**		**51 h 30 min**	**7 h 20 min**		**100 h 00 min**

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

Hidráulica e Hidrología

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001302	6	Común de Ing. Civil	Común	Español

Nombre en inglés	Hydraulics and hydrology
Materia	Hidráulica e Hidrología
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Quinto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Luis Mediero Orduña	Pte.	Todos	M (16:00-19:00) J (10:30-13:30)	1ª planta	luis.mediero@upm.es
Antonio Lastra de La Rubia		Todos	M (16:30 – 19:30) X (16:30 – 19:30)	Lab. Hidráulica	*antonio.lastra@upm.es*
Jaime García Palacios	Secr.	Todos	X(14:00-17:00) J (10:30-13:30)	Labora. Hidráulica	*jaime.garcia.palacios@upm.es*
Beatriz de Lama Pedrosa	Vocal	Todos	X (10:30-14:30) J (10:30-12:30)	ETS Ing. Civil (Sede Retiro)	*beatriz.delama@upm.es*
Luis Cueto-Felgueroso Landeira		Todos	L, X y V (11:00-13:00)	Lab. Sistemas 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:

Módulo de formación básica, Física de sólidos y fluidos, Modelos matemáticos de la ingeniería civil, Teoría de Campos, Ecuaciones Diferenciales.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM23.1	Conocimiento de los conceptos y los aspectos técnicos vinculados a los sistemas de conducciones, tanto en presión como en lámina libre.
CM24.1	Conocimiento de los conceptos básicos de hidrología superficial y subterránea.
CT9	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	Dimensiona conducciones en presión y en lámina libre a partir de los principios de Hidráulica Técnica.	CM23.1 CT9

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA2	Explica el movimiento del agua superficial y subterránea mediante métodos hidrológicos.	CM24.1 CT9
RA3	Aplica los métodos experimentales de Hidráulica relevantes en ingeniería civil.	CM23.1 CM24.1 CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Comprende y utiliza la información contenida en tablas, gráficos, etc., así como en gran variedad de textos profesionales.	RA1 y RA2
IL2	No	Compara y analiza distintas fuentes de información, tanto escritas como orales.	RA1 y RA2
IL3	Sí	Comprende las explicaciones de los ensayos de laboratorio, tanto orales como por Internet y realiza las prácticas de laboratorio adecuadamente.	RA3
IL5	Sí	Conoce adecuadamente las propiedades de los fluidos.	RA1
IL6	Sí	Sabe resolver problemas de hidrostática.	RA1
IL7	Sí	Conoce y aplica las ecuaciones fundamentales de la hidráulica.	RA1
IL8	Sí	Sabe resolver problemas de conducciones en presión.	RA1
IL10	Sí	Sabe hacer clasificación de regímenes en canales y obtener los valores de los principales calados.	RA1
IL11	Si	Es capaz de dibujar las formas de las curvas de remanso e integrar las mismas.	RA1
IL12	Si	Entiende los procesos hidrológicos.	RA2
IL13	Si	Sabe definir una cuenca en un mapa y establecer los movimientos del agua y sedimentos en la misma.	RA2
IL14	Si	Es capaz de realizar el tratamiento estadístico de los datos observados para obtener los resultados que se requieren en la cuenca.	RA2
IL15	Si	Es capaz de obtener los caudales de diseño de una cuenca con el método racional modificado y el método del Número de Curva.	RA2
IL16	Si	Es capaz de determinar la circulación subterránea en un acuífero.	RA2
IL17	No	Posee el nivel matemático adecuado para resolver los problemas de cinemática y dinámica asociados al movimiento del agua.	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 progresiva"

PE1. Participación activa en la clase y realización de 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 y en la plataforma Moodle. Los ejercicios de clase consisten en responder a una o varias cuestiones cortas que se planteen sobre el contenido de esa clase concreta o de las clases anteriores. Esta prueba de evaluación se realiza de manera independiente en cada uno de los grupos.

En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, la participación activa en clase no se podrá evaluar y esta prueba de evaluación se limitará a la resolución de los ejercicios en la plataforma Moodle.

Criterios de calificación. Cada componente de esta prueba se valorará de 0 a 10. La calificación de la prueba será la media de las calificaciones obtenidas en sus componentes, siempre que se hayan realizado al menos un 60% de los ejercicios de Moodle y se tenga un mínimo del 60% de asistencia a clase (sobre las clases controladas). En caso contrario, esta prueba se calificará con 0.

En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, se evaluará esta prueba siempre y cuando se haya realizado al menos un 60% de los ejercicios de Moodle y se haya asistido al menos al 60 % de las clases que se hayan podido impartir en formato presencial.

Momento y lugar: Los ejercicios de clase se podrán proponer, sin previo aviso, en alguna de las clases ordinarias y se realizará en la propia aula de clase. La participación activa individual se podrá exigir en clases previamente señaladas.

PE2. Examen parcial **50%**

Descripción. El examen estará formado por varias preguntas cortas de carácter teórico y ejercicios prácticos relativos a una parte del temario. La prueba se realizará en la semana de exámenes. La duración aproximada del examen será de unas 3 horas. No se permitirá el uso de calculadora programable, ni libros ni apuntes de cualquier tipo.

En el caso de que esta prueba de evaluación haya que realizarla en formato no presencial, se utilizará la plataforma Moodle o Moodle-exam. El examen constará de varias preguntas cortas de carácter teórico y uno o varios ejercicios prácticos. La duración aproximada del examen será de unas 3 horas. No se permitirá el uso de calculadora programable, ni libros ni apuntes de cualquier tipo.

Criterios de calificación. El examen se califica de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en cada ejercicio.

Momento y lugar: El examen se realizará en el aula de exámenes en la fecha prefijada por Jefatura de Estudios. En el caso de realizarlo en formato no presencial, se realizará en la misma fecha prefijada por Jefatura de Estudios para el caso presencial, utilizando la plataforma Moodle o Moodle-exam.

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 ordinario	**50%**

Descripción. El examen se dividirá en dos bloques correspondientes al primer y segundo parcial, cada uno con una duración aproximada de 3 horas. Cada bloque del examen estará formado por varias preguntas cortas de carácter teórico y ejercicios prácticos relativos a la parte correspondiente del temario. No se permitirá el uso de calculadora programable, ni libros ni apuntes de cualquier tipo.

En el caso de que esta prueba de evaluación haya que realizarla en formato no presencial, se utilizará la plataforma Moodle o Moodle-exam, manteniendo el formato establecido para el caso en el que se pueda realizar en formato presencial. No se permitirá el uso de calculadora programable, ni libros ni apuntes de cualquier tipo.

Todos los alumnos que quieran superar la asignatura en la convocatoria ordinaria deberán realizar la parte del examen correspondiente al segundo parcial. No están obligados a presentarse a la parte del examen correspondiente al primer parcial los alumnos que se hayan presentado al examen parcial. Los alumnos que realicen el examen parcial y se presenten a la parte del primer parcial en el examen ordinario, tendrán como calificación del primer parcial la mayor de las obtenidas en el examen parcial y en la parte del primer parcial del examen ordinario.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios. 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. En el caso de realizarlo en formato no presencial, se realizará en la misma fecha prefijada por Jefatura de Estudios para el caso presencial, utilizando la plataforma Moodle o Moodle-exam.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la más alta de las dos calificaciones siguientes:

- La media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso, sin que este valor pueda exceder de 10.

- La calificación obtenida en el examen final.

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

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en el mismo examen final que el realizado por los alumnos que optan por evaluación continua. En el caso de que esta prueba de evaluación haya que realizarla en formato no presencial, se utilizará la plataforma Moodle o Moodle-exam, manteniendo el formato establecido para el caso en el que se pueda realizar en formato presencial.

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

Momento y lugar: Los determina Jefatura de Estudios. En el caso de realizarlo en formato no presencial, se realizará en la misma fecha prefijada por Jefatura de Estudios para el caso presencial, utilizando la plataforma Moodle o Moodle-exam.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Propiedades de los fluidos Definiciones de presión, compresibilidad, tensión superficial, capilaridad y viscosidad	IL4, IL5
Tema 2. Hidrostática y flotación Ecuación general de la hidrostática. Empuje sobre superficies planas. Empuje sobre superficies curvas. Subpresión. Empuje de Arquímedes. Flotación. Equilibrio y estabilidad de cuerpos sumergidos	IL4, IL6
Tema 3. Ecuaciones fundamentales Continuidad y cantidad de movimiento. Conservación de la energía. Ecuaciones generales de la hidráulica. Trinomio de Bernoulli en tuberías y canales	IL4, IL7
Tema 4. Conducciones en presión Régimen permanente. Pérdida de carga continua. Régimen laminar y turbulento. Cálculo del factor de fricción. Cálculo de pérdidas localizadas. Válvulas. Cavitación. Máquinas hidráulicas. Redes de tuberías	IL4, IL7 IL8, IL9
Tema 5. Conducciones en lámina libre Tipos de movimiento. Número de Froude. Ecuaciones de Saint-Venant. Régimen uniforme. Curvas de remanso. Análisis cualitativo e integración de curvas de remanso. Resalto hidráulico. Energía específica. Transiciones locales. Vertederos y compuertas.	IL4, IL10, IL11
Tema 6. Hidrología superficial El ciclo hidrológico. Precipitación, evapotranspiración e infiltración. Escorrentía y cuenca. Método racional modificado. Método del Número de Curva. Hidrograma unitario. Propagación de avenidas y laminación. Estadística aplicada a la hidrología de avenidas.	IL12, IL13 IL14, IL15
Tema 7. Hidrología subterránea Ecuación de Darcy. Acuíferos confinados y libres	IL16, IL17

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno.

En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, las clases teóricas se impartirán aprovechando los medios para retransmisión por streaming instalados en las aulas, mediante medios telemáticos, como por ejemplo la plataforma Zoom, o pregrabando las clases y subiéndolas a la página Moodle de la asignatura. Se pondrá a disposición de los alumnos el material necesario para el correcto aprendizaje.

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 y práctica en el planteamiento y 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 sea necesario impartir docencia en formato no presencial, las clases prácticas se impartirán aprovechando los medios para retransmisión por streaming instalados en las aulas, mediante medios telemáticos, como por ejemplo la plataforma Zoom, o pregrabando las clases y subiéndolas a la página Moodle de la asignatura. Se pondrá a disposición de los alumnos el material necesario para el correcto aprendizaje.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Las prácticas de laboratorio se realizarán en el Laboratorio de Hidráulica de la Escuela, en el sótano -2. Es un requisito previo para aprobar la asignatura el haber superado las prácticas de laboratorio, habiéndolas realizado presencialmente en el laboratorio. Los alumnos se apuntarán en el grupo de prácticas que mejor se adecúe a sus horarios. La realización de las prácticas es autónoma por lo que el alumno deberá consultar la información para la realización de las prácticas en Internet, previamente a su asistencia a las mismas. En los horarios establecidos, un profesor, becario o técnico de laboratorio estará disponible para consultar las posibles dudas. Los resultados se entregarán a través de la página web de la asignatura en los 15 días posteriores a la realización de la práctica.

En el caso de que no sea posible realizar las prácticas de laboratorio en formato presencial debido a restricciones de carácter sanitario, la parte relativa a su realización presencial en el Laboratorio de Hidráulica de la Escuela se adaptará al formato no presencial utilizando medios telemáticos, manteniendo los métodos de evaluación establecidos en su formato presencial.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas, y se esforzará por resolver los ejercicios propuestos, así como los ejercicios de la colección de problemas no 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. En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, las tutorías se realizarán en las horas establecidas mediante métodos telemáticos, como por ejemplo la plataforma Zoom.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

García Palacios, J. *Apuntes de hidráulica*, 2016. 206 pp. http://www.gpalacios.es

Mediero, L. *Hidrología*. Ed. Paraninfo. 2020. 348 pp. ISBN: 9788428345002.

Osuna, A., *Hidráulica*, Colección Escuelas. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 7ª Edición, 2001. ISBN 84-7493-000-6

Domínguez, J. R. y Laguna, F., *Problemas de Hidráulica*. Servicio de publicaciones de la ETSICCyP. ISBN 84-7493-302-1

Bibliografía complementaria:

Streeter, V. L., Wylie, E.B., Bedford, K.W. *Mecánica de Fluidos*. Mc Graw Hill Interamericana. 9ª Edición. 2000. ISBN 978-958-600-987-4

Franzini, J. B. y Finnemore, E. J., *Mecánica de Fluidos*. McGraw-Hill 9ª Edición. 2000. ISBN 958-600-987-4

Chow, V. T., Maidment, D.R., Ways, L.W., *Hidrología Aplicada*. Ed. McGraw-Hill, 1994, ISBN 958-600-171-7.

Chow, V. T. *Hidráulica de canales abiertos*. Ed. McGraw Hill, 1994. ISBN 07-010776-9.

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. 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	Introducción a la asignatura Temas 1 y 2 3 h 15 min	Ejercicios Tema 2 1 h 05 min		Recopilación bibliográfica y documental 2 h 10 min			6 h 30 min
2	Tema 2 3 h 15 min	Ejercicios Tema 2 1 h 05 min		Estudio Tema 2 con ejercicios 4 h 40 min			9 h
3	Tema 3 2 h 10 min	Ejercicios Tema 3 2 h 10 min		Estudio Tema 3 con ejercicios 4 h 40 min			9 h
4	Tema 4 3 h 15 min	Ejercicios Tema 4 1 h 05 min	Práctica de laboratorio 1 1 h 05 min	Estudio Tema 4 con ejercicios 5 h 40 min			11 h 5 min
5	Tema 4 3 h 15 min	Ejercicios Tema 4 1 h 05 min		Estudio Tema 4 con ejercicios 4 h 40 min			9 h
6	Tema 4 1 h 05 min	Ejercicios Tema 4 3 h 15 min		Estudio Tema 4 con ejercicios 4 h 40 min			9 h
7	Tema 6 2 h 10 min	Ejercicios Tema 6 2 h 10 min		Estudio Tema 6 con ejercicios 6 h 40 min			11 h
8	Tema 6 2 h 10 min	Ejercicios Tema 6 2 h 10 min		Estudio Tema 6 6 h 40 min	Examen parcial 3 h		14 h
9	Tema 5 2 h 10 min	Ejercicios Tema 5 2 h 10 min		Estudio Tema 5 con ejercicios 4 h 40 min			9 h

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 5 2 h 10 min	Ejercicios Tema 5 2 h 10 min		Estudio Tema 5 con ejercicios 8 h 40 min			13 h
11	Tema 5 2 h 10 min	Ejercicios Tema 5 2 h 10 min		Estudio Tema 5 con ejercicios. 4 h 40 min			9 h
12	Tema 5 2 h 10 min	Ejercicios Tema 5 2 h 10 min		Estudio Tema 5 con ejercicios 4 h 40 min			9 h
13	Tema 6 2 h 10 min	Ejercicios Tema 6 2 h 10 min	Práctica de laboratorio 2 1 h 05 min	Estudio Tema 6 con ejercicios 5 h 30 min			10 h 55 min
14	Tema 6 1 h 05 min	Ejercicios Tema 6 3h 15 min		Estudio Tema 6 con ejercicios 4 h 40 min			9 h
15	Temas 6 y 7 2 h 10 min	Ejercicios Temas 6 y 7 2 h 10 min		Estudio Temas 6 y 7 con ejercicios 6 h 10 min			10 h 30 min
Hasta el examen				Preparación examen final 9 h	Examen final 4 h		13 h
Horas	**34 h 40 min**	**30 h 20 min**	**2 h 10 min**	**87 h 50 min**	**7 h**		**162 h**

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

Mecánica Computacional

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001306	3	Científico-Técnica	Común	Español

Nombre en inglés	Computational Mechanics
Materia	Mecánica y Mecánica Computacional
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Web asignatura	http://www.mecanica.upm.es/mecanica, http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=3409
Periodo impartición	Quinto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Felipe Gabaldón Castillo	Pte.	Todos	L (11.30-13.30) L (15:30-17:30) X (11:30-13:30)	Lab. Mecánica Computacional	*felipe.gabaldon@upm.es*
Juan Carlos García Orden	Secr.	Todos	L y M (15:30-17:30) X (11:30-13:30)	Lab. Mecánica Computacional	*juancarlos.garcia@ upm.es*
Juan José Arribas Montejo	Vocal	Todos	M (10.30-13.30 y 16.30-19.30)	Lab. Mecánica Computacional	*juanjose.arribas@ upm.es*
Pedro Navas Almodovar		Todos	M (14:00-17:00) V (14:00-17:00)	Despacho 1-15	*pedro.navas@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:

Mecánica, Matemáticas, Física de sólidos y fluidos, Informática

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Resistencia de Materiales

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM13.2	Capacidad de aplicación de entornos de programación a la resolución computacional de problemas de ingeniería civil.
CM14.4	Capacidad de modelización y predicción analítica del comportamiento mecánico de sistemas de sólidos rígidos y sólidos hookeanos.
CM14.5	Capacidad de modelización y predicción computacional del comportamiento mecánico de sistemas de sólidos rígidos y sólidos hookeanos.
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil.
CT9	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	Modeliza y predice analíticamente el comportamiento mecánico de sistemas de sólidos rígidos y sólidos hookeanos.	CM14.1
RA2	Modeliza y predice computacionalmente el comportamiento mecánico de sistemas de sólidos rígidos y sólidos hookeanos.	CM14.5
RA3	Argumenta la resolución de problemas mediante la lógica científica y la metodología de la física; contrasta y compara los resultados de modelos analíticos de cálculo con experimentos y medidas computacionales.	CM13.2, CM14.4, CM14.5 y CT9
RA4	Aplica métodos de experimentación simulada computacionalmente relevantes en ingeniería civil.	CM13.2 y CT9
RA5	Asume los principios de incertidumbre y riesgo en la modelización analítica y computacional aplicada a la ingeniería civil.	CM13.2, CM14.5 y CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los modelos analíticos y computacionales para la dinámica y estática de sólidos rígidos y hookeanos con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico.	RA1 y RA4
IL2	Sí	Resuelve problemas mediante métodos analíticos y computacionales para la dinámica y estática de sólidos rígidos y sólidos hookeanos con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico.	RA3, RA4 y RA5
IL3	Sí	Interpreta los resultados de los modelos computacionales de cálculo para sólidos rígidos y sólidos elásticos lineales.	RA3, RA4 y RA5

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. Ejercicio de clase (Bloque temático 3) **30%**

Descripción. Consiste en un ejercicio para que los alumnos respondan a partir de los modelos que han resuelto en el ordenador. El contenido temático de este ejercicio corresponde a lo explicado en las clases de modelos de elementos finitos resueltos con ordenador, del tercer bloque temático de la asignatura.

Criterios de calificación. El ejercicio se valorará de 0 a 10. Se requerirá una nota mayor o igual que 3, y se liberará a efectos del examen final si la calificación es igual o superior a 5.

Momento y lugar: Se realizará en la sala 3 de exámenes y en las aulas de informática de la Escuela.

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. Pruebas intermedias	**100% y 70%**

Descripción. Existen tres pruebas intermedias, una por cada capítulo de la asignatura. Las preguntas tratarán sobre los modelos que los alumnos resuelvan en el ordenador. Cada prueba se realizará en las aulas de informática de la Escuela y en la sala 3 de exámenes.

La duración de cada ejercicio será la misma que la de la clase en que se realice. La prueba intermedia correspondiente al tercer bloque temático (Laboratorio de mecánica computacional para sistemas de sólidos hookeanos) podrá ser de tipo teórico-práctico.

Criterios de calificación. Cada prueba se puntuará de 0 a 10. La calificación final será obtenida a partir de la suma de las 2 pruebas de los bloques 1 y 2 (100%) y de la prueba del bloque 3 (70%) ponderada con el ejercicio de clase PE1 (30%).

Cada una de las pruebas intermedias que el alumno apruebe quedará liberada en caso de que sea necesario hacer el examen final. Aprobarán la asignatura los alumnos cuya media ponderada entre PE1 y PE2 sea igual o superior a 5 y que no hayan obtenido una calificación inferior a 3 en ninguna de las tres pruebas intermedias, en cuyo caso tendrán que asistir al examen final con las partes correspondientes a dichas notas inferiores a 3.

Momento y lugar: Estos ejercicios se realizarán en las aulas de informática de la Escuela y en la sala 3 de exámenes, en las fechas que se anunciarán oportunamente en cada grupo.

PE3. Examen final	**100%**

Descripción. Consiste en un único examen formado por cuatro ejercicios: uno de dinámica del sólido, uno de oscilaciones lineales y dos del método de elementos finitos. Los alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 3 en una prueba intermedia o en el tercer ejercicio de clase no tendrán que hacer el ejercicio correspondiente a esa parte en el examen final, si así lo desean. Los alumnos que tengan aprobada la asignatura sin necesidad de hacer el examen final y quieran mejorar su nota no asistirán a este examen final, sino a un examen convocado especialmente para tal fin.

Criterios de calificación. La calificación final del examen será obtenida con la media de los dos ejercicios de dinámica del sólido y de oscilaciones lineales y la media ponderada del ejercicio teórico-práctico de elementos finitos (70%) con el ejercicio de elementos finitos resuelto por ordenador (30%). Es requisito indispensable para aprobar la asignatura obtener una nota mínima de 3 en todos los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Sin necesidad de realizar el examen final, aprobarán la asignatura los alumnos cuya media ponderada entre PE1 y PE2 sea igual o superior a 5 y que no hayan obtenido una calificación inferior a 3 en ninguna de las tres pruebas intermedias, ni en el ejercicio de clase del tercer bloque.

La calificación de los alumnos que deban asistir al examen final será la media de los cuatro ejercicios, ponderada como se ha descrito en el apartado anterior. A estos efectos, para los alumnos que no hayan realizado los cuatro ejercicios del examen final (PE3) por tener una nota mayor o igual que 3 en las correspondientes pruebas del curso, se sustituirá la calificación del ejercicio no realizado por la que obtuvieron en la correspondiente prueba del curso, siempre que ésta sea mayor o igual que 3.

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5 y una nota mínima de 3 en todos los ejercicios.

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.

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"

Examen final ordinario

Descripción. Consiste en un único examen igual al examen final completo descrito para evaluación continua. En caso de no realizar alguno de los ejercicios se considerará la nota de la prueba correspondiente obtenida durante el curso, siempre que ésta sea igual o mayor que 3.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10, debiendo estar calificado cada ejercicio con una nota mínima igual a 3.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final empleando la ponderación descrita en PE3. Para aprobar la asignatura la calificación debe ser mayor o igual a 5

Examen final extraordinario

Descripción. Consiste en un único examen igual al examen final completo descrito para evaluación continua. En este caso los alumnos deberán realizar los cuatro ejercicios de que consta el examen, independientemente de las calificaciones que hayan obtenido en la evaluación continua y en el examen final ordinario.
Criterios de calificación. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10, sin que se exija nota mínima en los ejercicios.
Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final" en el examen final extraordinario

La calificación final de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final empleando la ponderación descrita en PE3. Para aprobar la asignatura la calificación debe ser mayor o igual a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Laboratorio de mecánica computacional para sistemas de sólidos rígidos	
Tema 1. Introducción Sistemas de algebra (máxima) y cálculo computacional (octave). Programas de visualización interactiva (geomview). Interfaz de usuario (texmacs).	IL1
Tema 2. Cinemática del sólido rígido con movimientos finitos Rotación finita del sólido rígido. Composición de rotaciones finitas. Relación entre la matriz de rotación y la velocidad angular. Parametrización de las rotaciones	IL1,IL2
Tema 3. Composición de movimientos Movimiento relativo. Composición del movimiento de dos sistemas. Composición del movimiento de n sistemas	IL1,IL2
Tema 4. Ecuaciones diferenciales del movimiento y su integración numérica. Energía cinética del sólido rígido. Energía potencial. Función lagrangiana. Ecuaciones de Lagrange. Condiciones iniciales. Métodos númericos para la integración de las ecuaciones de Lagrange. Visualización interactiva del movimiento	IL1,IL2,IL3
Tema 5. Sistema con ligaduras Ecuaciones de ligadura. Enlaces holónomos y anholónomos. Método de los multiplicadores de Lagrange. Tratamiento númerico de las ecuaciones de ligadura	IL1,IL2,IL3
Tema 6. Aplicaciones en ingeniería civil	IL1,IL2,IL3
Capítulo II Laboratorio de mecánica computacional para oscilaciones lineales de sistemas mecánicos	
Tema 7. Introducción a Octave Manejo de la interfaz gráfica. Operaciones elementales, definición de variables. Vectores y matrices: definición, acceso, seccionado con el operador :. Operaciones elemento a elemento con el operador . Operadores de álgebra lineal. Bucles. Condiciones. Gráficos. Funciones	IL1,IL2,IL3
Tema 8. Sistemas lineales con 1 gdl Oscilaciones libres con y sin amortiguamiento. Oscilaciones forzadas con y sin amortiguamiento. Resonancia. Movimiento con excitación en la base	IL1,IL2, IL3
Tema 9. Métodos computacionales de integración en el dominio del tiempo Integración directa. Integración analítica aproximando la excitación a trozos. Función elemental de respuesta a un impulso unidad. Integral de convolución. Cálculo de aceleración y energía	IL1.IL2,IL3
Tema 10. Sistemas lineales con n gdl. Oscilaciones libres y forzadas sin amortiguamiento. Integración directa. Análisis modal. Cálculo de autovalores y autovectores. Integración con número limitado de modos. Amortiguamiento proporcional y modal Oscilaciones libres y forzadas con amortiguamiento. Movimiento con excitación en la base. Cálculo de aceleración y energía	IL1,IL2,IL3
Tema 11. Aplicaciones en ingeniería civil.	IL1,IL2,IL3
Capítulo III Laboratorio de mecánica computacional para sistemas de sólidos hookeanos	

Tema 12. Conceptos básicos de elasticidad. Tensiones. Cinemática del sólido deformable. Ecuaciones constitutivas del sólido elástico. Elasticidad Plana. Formulación fuerte del problema elástico	IL1
Tema 13. Formulaciones variacionales. Energía de deformación. El principio de los trabajos virtuales	IL1,IL2,IL3
Tema 14. Introducción al Método de los Elementos Finitos. Discretización de los campos de desplazamientos, deformaciones y tensiones. Expresión discreta del principio de los trabajos virtuales. Matriz de rigidez y vector de fuerzas nodales. El Triángulo de deformación constante. El cuadrilátero de cuatro nodos. Integración numérica e implementación computacional.	IL1,IL2,IL3
Tema 15. Aplicaciones a la ingeniería civil	IL1,IL2,IL3

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los fenómenos físicos, las leyes y modelos de la mecánica computacional de sólidos rígidos y deformables. El enfoque primará la comprensión y asimilación de dichos modelos y la capacidad de aplicación práctica en ejercicios y problemas. Se prestará especial atención a los modelos adecuados para resolución numérica por ordenador.r

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución por ordenador de ejercicios, y la discusión de los resultados obtenidos, constituyen una componente esencial de la asignatura. Se alternarán los ejercicios resueltos por el profesor y discutidos en clase con otros que deberán resolver autónomamente los estudiantes con las ayudas o indicaciones del profesor. Los estudiantes dispondrán de todos los programas de ordenador que se utilizarán durante el curso, de documentación sobre el uso de los mismos y de los enunciados de los ejercicios a resolver, así como de las soluciones de algunos de ellos. Algunas clases prácticas se impartirán en las aulas de informática de la Escuela.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Trabajo autónomo:

Trabajo en grupo:

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Goicolea, José M, *Curso de mecánica*, Ed Escuelas, 2010 (disponible gratuitamente en http://www.mecanica.upm.es/mecanica)

Arribas, Juan José. *MECAPAC3D. Manual de usuario*. 2005 (disponible gratuitamente en http://w3.mecanica.upm.es/~jja/mecapacmaxima.pdf).

Quarteroni, A., Saleri, F. *Cálculo científico con MATLAB y OCTAVE*. Springer. 2006.

Oñate, Eugenio. *Structural analysis with the finite element method. Linear analysis. Vol.1: Basis and solids*. Lecture Notes on Numerical Methods in Engineering and Sciences. Springer. 2009

Bibliografía complementaria:

Humar, J. *Dynamics of structures*. 3rd ed. CRC Press. 2012

Géradin, M and Rixen, D. *Mechanical vibrations*. John Wiley, 1997

Clough, R. and Penzien, J. Dynamics of structures. 3rd ed. Computer and Structures Inc. 1995

Recursos Web:

Plataforma Moodle de la UPM

Mecaubuntu (Linux con mecapac3d incluido): *http://w3.mecanica.upm.es/~mario/mecaubuntu/mecaubuntu-10.04.2-desktop-i386.iso*

Octave: http://www.gnu.org/software/octave/ (como alternativa a Octave se puede utilizar matlab: *http://www.mathworks.es/products/matlab/*)

MAT-fem: *http://www.cimne.com/mat-fem/*

TeXmacs: *http://www.texmacs.org/*

Maxima: *http://maxima.sourceforge.net/es/*

Geomview: *http://www.geomview.org/*

GiD: *http://gid.cimne.upc.es/download*

Equipamiento específico:

Es necesario que el alumno disponga de ordenador portátil (propio o tomado en préstamo de la biblioteca 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	Prácticas del tema 1.	Instalación y verificación de los programas de ordenador.		Tema 1		4 h 30 min
	1 h 05 min	1 h 05 min	2 h 20 min		1 h 05 min		
2	Temas 2 y 3	Prácticas de temas 2 y 3	Estudio de los temas 2 y 3, y solución ejercicio propuesto.		Temas 2 y 3		4 h 30 min
	1 h 05 min	1 h 05 min	2 h 20 min		1 h 05 min		
3	Temas 4 y 5	Prácticas de temas 4 y 5.	Estudio de los temas 4 y 5, y solución ejercicio propuesto.		Temas 4 y 5		4 h 30 min
	1 h 05 min	1 h 05 min	2 h 20 min		1 h 05 min		
4		Prácticas del tema 6.	Solución del ejercicio propuesto.				4 h 30 min
		2 h 10 min	2 h 20 min				
5	Temas 7 y 8		Estudio de los temas 7 y 8.	Prueba intermedia 1	Temas 7 y 8		4 h 30 min
	1 h 05 min		2 h 20 min	1 h 05 min	1 h 05 min		
6	Tema 9	Prácticas del tema 9	Estudio del tema 9 y solución del ejercicio propuesto.		Tema 9		4 h 30 min
	1 h 05 min	1 h 05 min	2 h 20 min		1 h 05 min		
7	Temas 10	Prácticas del tema 10	Estudio del tema 10 y solución ejercicio propuesto.		Temas 10		4 h 30 min
	1 h 05 min	1 h 05 min	2 h 20 min		1 h 05 min		
8	Temas 11 y 12	Prácticas de temas 11 y 12	Estudio de los temas 11 y 12, y solución ejercicio propuesto.	Temas 11 y 12			4 h 30 min
	1 h 05 min	1 h 05 min	2 h 20 min	1 h 05 min			

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
9							
10	Tema 13 1 h 05 min	Prácticas del tema 13 1 h 05 min		Estudio del tema 13 y sus ejercicios. 2 h 30 min	Prueba intermedia 2 1 h 05 min		5 h 45 min
11	Tema 14 1 h 05 min	Prácticas del tema 14 1 h 05 min		Estudio del tema 14 y sus ejercicios. 2 h 20 min			4 h 30 min
12	Tema 15 1 h 05 min	Prácticas del tema 15 1 h 05 min		Estudio del tema 15 y sus ejercicios. 2 h 20 min			4 h 30 min
13	Tema 15 1 h 05 min	Prácticas del tema 15 1 h 05 min		Estudio del tema 15 y sus ejercicios. 2 h 20 min			4 h 30 min
14	Tema 15 1 h 05 min	Prácticas del tema 15 1 h 05 min		Estudio del tema 15 y sus ejercicios. 2 h 20 min			4 h 30 min
15		Prácticas del tema 16 2 h 10 min		Estudio del tema 15 y sus ejercicios. 2 h 20 min			4 h 30 min
16		Prácticas del tema 16 1 h 05 min		Estudio del tema 15 y sus ejercicios 2 h 20 min	Prueba intermedia 3 1 h 05 min		4 h 30 min
Hasta el examen				Preparación examen final 8 h 30 min	Examen final 3 h 45 min		12 h 15 min
Horas	**13 h**	**17 h 20 min**		**43 h 40 min**	**7 h**		**81 h**

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

Mecánica de Suelos y Rocas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001304	4,5	Científico-Técnica	Común	Español

Nombre en inglés	Soils and Rock Mechanics
Materia	Mecánica de suelos y rocas
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Quinto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Rafael Jiménez Rodríguez	Pte.	Todos	-	Lab. Geotecnia	*rafael.jimenez@upm.es*
Jesús González Galindo	Secr.	Todos	L y X (17.00-20.00)	Desp. 110	*jesus.gonzalezg@upm.es*
María Isabel Reig Ramos	Vocal	Todos	M (16.30-19.30) X (17.30-20.30)	Desp. 110	*mariaisabel.reig@upm.es*
Ignacio González Tejada		Todos	M y V (9:00-12:00)	Lab. Geotecnia	*ignacio.gtejada@upm.es*
Luis Jordá Bordehore		Prácticas	L y J (9:00-12:00)	Lab. Geotecnia	*l.jorda@upm.es*
José A. Alonso Pollán		Todos	J (20:00-21:00) V (18:00-21:00)	Lab. Geotecnia	*ja.alonso@upm.es*
Antonio Soriano Martínez		Todos	L y X (18:00-20:00)	Desp. 110	*antonio.soriano.martinez@upm.es*
Ramino García Luna		Todos	M y X (9:00-12:00)	Lab. Geotecnia	r.gluna@upm.es
José G. Gutiérrez-Ch		Todos	L y X (18:00-20:00)	Lab. Geotecnia	jg.gutierrez@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:

Módulo de formación básica, Física de sólidos y fluidos

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM21.2	Compresión y capacidad de aplicación de modelos predictivos de la filtración del agua en suelos y del comportamiento mecánico y el fallo estructural de suelos y rocas.

Código	Competencia
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
CT9	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 modelos predictivos de la filtración del agua en suelos y del comportamiento mecánico y el fallo estructural de suelos y rocas.	CM21.2
RA2	Asume los principios de incertidumbre y riesgo en la aplicación de los métodos y modelos de geotecnia y mecánica de suelos y rocas	CM45, CT5
RA3	Aplica los métodos experimentales de Mecánica de suelos y rocas relevantes en ingeniería civil	CT9, CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Describe y clasifica correctamente los suelos y las rocas, y resuelve problemas de caracterización y cálculo de sus propiedades elementales, con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA1
IL2	Sí	Resuelve problemas de determinación de presiones en el terreno, incluso considerando la influencia de la presencia de agua, con autonomía, acierto y rigor técnico	RA2
IL3	Sí	Resuelve problemas de compresión y consolidación de suelos; y calcula asientos y su evolución temporal, todo ello con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA1,RA2
IL4	Sí	Resuelve problemas para la determinación de la resistencia del terreno en diversas situaciones; interpreta correctamente los resultados de ensayos de compresión, corte y triaxiales; y determina y emplea parámetros resistentes, con autonomía, acierto y rigor técnico	RA2, RA3
IL5	No	Conoce y explica el comportamiento de suelos semisaturados. Conoce y explica la problemática de suelos expansibles y colapsables.	RA2,RA3
IL6	No	Realiza ensayos de laboratorio y toma e interpreta resultados para la caracterización del comportamiento de suelos y rocas, con autonomía, acierto y rigor técnico.	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 y prácticas de laboratorio **20%**

Descripción. Consiste en el seguimiento de las sesiones de laboratorio y en la resolución de cuestiones teóricas o prácticas propuestas para su entrega en clase o a través del Aula Virtual (Moodle). También se valorará la participación en clase.

Criterios de calificación. Se calificará de 0 a 10, dependiendo del grado de participación y de la calidad en la realización de las cuestiones propuestas y de las prácticas de laboratorio.

Momento y lugar. Las prácticas de laboratorio se realizarán en el Laboratorio de Geotecnia en fechas prefijadas. Los ejercicios de clase se propondrán sin previo aviso; los del Aula Virtual (Moodle) según condiciones y plazos que se anunciarán.

PE2. Prueba intermedia **40%**

Descripción. Consistirá en un examen escrito con ejercicios y problemas sobre la materia impartida 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 **40% o 80%**

Descripción. Constará de dos partes. La primera parte consistirá en un examen escrito con ejercicios y problemas relativos a la prueba intermedia. No están obligados a realizar esta parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 5 en la prueba intermedia. La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, consistirá en un examen escrito con ejercicios y problemas relativos a toda la asignatura.

Criterios de calificación. Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios. Para los alumnos que realicen las dos partes, el peso del examen final será del 80% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 40%. Por tanto, la realización de la primera parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido en la prueba intermedia.

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 es obligatoria para los alumnos con calificación inferior a 5 en la prueba intermedia y es voluntaria para el resto).

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 (20%), PE2 (40%) y PE3 (40%).
- Para los alumnos que realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (20%) y PE3 (80%).
- 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 la primera parte del examen final, se utilizará para calificar esta parte su nota en la prueba intermedia.

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser 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

7.2. Mediante "sólo prueba 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.

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. 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.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Descripción, clasificación y propiedades elementales **1.1.** Definiciones. El origen de suelos y rocas **1.2.** Granulometría **1.3.** Propiedades elementales. **1.4.** Arcillas. Plasticidad **1.5.** Clasificación de suelos y rocas. **1.6.** Descripción de macizos rocosos	IL1
Tema 2. Presiones en el terreno **2.1.** Definición del estado tensional. Círculo de Mohr **2.2.** Presión total y presión neutra. El principio de la presión efectiva **2.3.** Coeficientes de empuje horizontal	IL2
Tema 3. El agua en el terreno **3.1.** Flujo en medios porosos **3.2.** La Ley de Darcy y sus rangos de validez. Definición de permeabilidad **3.3.** Medida de la permeabilidad: el permeámetro **3.4.** Capilaridad y succión	IL2
Tema 4. Compresión y consolidación de suelos **4.1.** Descripción del fenómeno. Analogías físicas **4.2.** Relaciones índice de huecos – presión efectiva **4.3.** La presión de preconsolidación. Suelos normalmente consolidados y sobreconsolidados **4.4.** Resolución de la ecuación diferencial de la consolidación **4.5.** Cálculo de asientos y su evolución en el tiempo **4.6.** Situaciones especiales: precargas	IL3
Tema 5. La resistencia del terreno **5.1.** Concepto de resistencia. Mecanismos de rotura **5.2.** El ensayo de compresión simple **5.3.** El ensayo de corte directo **5.4.** El ensayo triaxial **5.5.** Tipos de situaciones: consolidadas/no-consolidadas; drenadas/no drenadas. Ensayos CD, CU, UU **5.6.** Coeficientes de presión intersticial. La ley de Skempton **5.7.** Trayectorias tensionales. Criterios de rotura	IL4
Tema 6. Suelos semisaturados. Expansividad y colapso **6.1.** Suelos semisaturados **6.2.** Suelos expansivos **6.3.** Suelos colapsables	IL5
Tema 7. Laboratorio de Mecánica de Suelos y Rocas **7.1.** Identificación de suelos. Granulometría. Plasticidad. El ensayo edométrico **7.2.** Sifonamiento. El ensayo de corte directo. El ensayo triaxial	IL6

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá e ilustrará con ejemplos concretos los conceptos, principios, desarrollos, resultados y metodologías que confieren las competencias de la asignatura. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones.

Clases prácticas:

Se debatirá y expondrá la resolución de problemas que requieran la aplicación de la teoría para un correcto desarrollo de las competencias a adquirir en la asignatura. 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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Las prácticas de laboratorio serán realizadas por los estudiantes en grupos con ayuda del profesor, tras una breve explicación de su fundamento, finalidad y modo de realización. Cada estudiante dispondrá de un cuaderno de prácticas con el desarrollo teórico y el protocolo de realización, y deberá tomar los datos y medidas necesarios para llegar a los resultados requeridos, mediante los correspondientes cálculos.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la teoría y examinará los problemas resueltos en clase para interpretarlos en el contexto de los conocimientos teóricos correspondientes. A partir de ello, deberá abordar por sí solo la resolución de otros problemas propuestos por el profesor como extensión de los resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

Las prácticas de laboratorio se realizan por grupos

Tutorías

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

Docencia online:

Podrán emplearse diversas herramientas facilitadas por la Universidad para la docencia y tutoría on-line, tanto en directo como mediante la grabación previa de clases u otros recursos docentes.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Jiménez Salas, J. A. y Justo Alpañés, J. L. (1975*). Geotecnia y Cimientos I. Ed. Rueda*.

Lambe, W. y WhitmanN, R. (2008). *Mecánica de suelos*. Ed Limusa

Bibliografía complementaria:

Terzaghi, K., Peck, R. B. y Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley and Sons, Inc

Recursos Web:

Aula Virtual. Plataforma Moodle

Equipamiento específico:

Laboratorio de Geotecnia de la ETSICCP

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 10 min	Tema 1 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
2	Tema 1 2 h 10 min	Tema 1 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
3	Tema 1 2 h 10 min	Tema 2 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
4	Tema 2 2 h 10 min	Tema 2 y 3 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
5	Tema 3 2 h 10 min	Tema 3 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
6	Tema 4 2 h 10 min	Tema 4 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
7	Tema 4 2 h 10 min	Tema 4 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
8	Repaso 1 h 05 min	Repaso (Temas 1 a 4) 2 h 10 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
9				Estudio personal y preparación prueba 3 h	Prueba intermedia 2 h		5 h
10	Tema 5 2 h 10 min	Tema 5 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
11	Tema 5 2 h 10 min	Tema 5 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
12	Tema 5 2 h 10 min	Tema 5 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min

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 5 y 6 2 h 10 min	Tema 5 y 6 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
14	Tema 6 2 h 10 min	Tema 6 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
15	Repaso 1 h 05 min	Repaso (Temas 1 a 6) 2 h 10 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
16				Estudio personal 3 h			3 h
Fuera de horario			2 prácticas 5 h	Elaboración de resultados de prácticas 5 h			10 h
Hasta el examen				Preparación examen final 6 h	Examen final 3 h		9 h
Horas	**28 h 10 min**	**17 h 20 min**	**5 h**	**66 h**	**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.
2. Las clases finalizan antes del final del curso para compensar las clases de laboratorio.

Procedimientos Generales de Construcción

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001301	7,5	Común de ing. civil	Común	Español

Nombre en inglés	General Process of Construction
Materia	Procedimientos Generales de Construcción
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción
Web asignatura	
Periodo impartición	Quinto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Manuel Rivas Cervera	Pte.	Todos	L (8:30 - 14:30)	Lab.Maquinaria	*manuel.rivas@upm.es*
Jesús Gómez Hermoso	Vocal	Todos	X (8:30 - 14:30)	Lab.Maquinaria	*jesusgomezhermoso@gmail.com*
Elena Díaz Heredia		Todos	L (8:30 - 11:30)	Lab.Maquinaria	*ediaz@intemac.es*
Miguel Flórez de la Colina	Secr.	Todos	L (8:30 - 12:30)	Lab.Maquinaria	*mflocol@ciccp.es*
Carlos Arévalo Sarrate		Todos	L (8:30 - 11:30)	Lab.Maquinaria	*arevalo@imasp.net*
José Mª del Campo Yagüe		Todos	M(8:30 – 14:30)	Lab.Maquinaria	*Josemaria.delcampo@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:

Módulo de formación básica y Materiales de construcción

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM25.1	Capacidad de análisis de la problemática de la seguridad y salud en las obras de construcción
CM28.1	Conocimiento de los procedimientos constructivos, la maquinaria de construcción y las técnicas de organización, medición y valoración de obras.

Código	Competencia
CM28.2	Capacidad de planificación, organización y dirección de la ejecución de obras
CT1	Compromiso y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad en las actuaciones profesionales
CT3	Capacidad de actuar con efectividad como miembro de equipos interdisciplinares.
CT4	Capacidad de preparar y presentar con efectividad comunicaciones orales, escritas y gráficas.

NOTA 2. Las competencias CM11.1 y CM11.2 lo son para la materia de Matemáticas en su conjunto. Aquí se indica la parte que corresponde a esta asignatura en particular.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Identifica la problemática particular de seguridad y salud en una obra de construcción.	CM25.1 CT1
RA2	Selecciona y controla los procedimientos constructivos y la maquinaria de construcción adecuados a las características de cada obra.	CM28.1
RA3	Aplica las técnicas de organización, medición y valoración de obras.	CM28.1 CT3
RA4	Planifica, organiza y dirige la ejecución de obras de construcción	CM28.2 CT4

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Identifica la problemática particular de seguridad y salud en una obra de construcción, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA1 y RA4
IL2	Sí	Selecciona y controla los procedimientos constructivos y la maquinaria de construcción adecuados a las características de cada obra, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico.	RA2 y RA3
IL3	Sí	Aplica las técnicas de organización, medición y valoración de obras, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico.	RA3 y RA4
IL4	Sí	Planifica, organiza y dirige la ejecución de obras de construcción, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico	RA1 y 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 progresiva"

PE1. Ejercicios de clase **25%**

Descripción. Consiste en el seguimiento de las sesiones y en la resolución de los ejercicios propuestos.

Criterios de calificación. Se puntuará de 0 a 10, dependiendo del grado de participación y de la calidad en la realización de los ejercicios propuestos.

Momento y lugar: Se realizarán en el aula de clase en las fechas que indique el profeso

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. Prueba intermedia Descripción. Consistirá en un examen oral a realizar en el aula, en el que se presentará el contenido de un documento escrito, entregado previamente en la fecha establecida por la asignatura, correspondiente a un trabajo de curso realizado en equipo. Criterios de calificación. Se puntuará de 0 a 10, dependiendo de la calidad del documento escrito presentado (atendiendo a los aspectos de contenido, presentación, capacidad de síntesis, concreción, claridad y orden) y de la calidad de la presentación oral realizada (atendiendo a los aspectos de claridad, sujeción al tiempo asignado y eficacia en la transmisión del contenido). Momento y lugar: Se realizarán en el aula de clase en las fechas que indique el profesor.	**30%**
PE3. Examen final Descripción. Consistirá en varios ejercicios sobre los contenidos específicos de la asignatura que el alumno debe resolver por escrito. Criterios de calificación. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de las notas de cada ejercicio, con unos pesos que se indicarán previamente. Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.	**45%**
Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua La calificación final de la asignatura será la media ponderada de las puntuaciones obtenidas por ejercicios de clase (25%), prueba intermedia (30%) y examen final (45%). Para aprobar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.	

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en un examen que tendrá dos partes:

1. Varios ejercicios sobre los contenidos específicos de la asignatura que el alumno debe resolver por escrito. Esta parte se realizará de forma simultánea al examen final de los alumnos de evaluación continua.

2. Un examen oral en el que se presentará el contenido de un documento escrito, entregado previamente en la fecha establecida por la asignatura, correspondiente a un trabajo de curso realizado en equipo.

Criterios de calificación. Cada una de las partes se puntuará de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de la parte escrita (60%) y de la parte oral (40%).

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. La parte escrita se realizará en la misma fecha que PE3.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

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

……

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Introducción **1.1.** El sector de la construcción **1.2.** La empresa constructora **1.3.** La obra	IL4
Tema 2. Planificación y organización de la obra **2.1.** Planificación de la obra **2.2.** Organización de la obra	IL4
Tema 3. La maquinaria en construcción **3.1.** Control de maquinaria y mantenimiento **3.2.** Reparaciones **3.3.** engrase	IL2
Tema 4. Instalaciones y motores eléctricos **4.1.** Instalaciones eléctricas **4.2.** Máquinas eléctricas	IL2
Tema 5. Motores térmicos **5.1.** Tipos de motores térmicos **5.2.** Motores de combustión interna **5.3.** Motores de gasolina **5.4.** Motores diesel	IL2
Tema 6. Mecanismos de modificación del par motor **6.1.** Embragues y convertidores de par **6.2.** Cajas de cambios **6.3.** Grupos cónicos **6.4.** Mandos finales	IL2
Tema 7. Condiciones de rodadura **7.1.** Principios generales **7.2.** Rodadura sobre neumáticos **7.3.** Trenes de rodaje de orugas **7.4.** Rodadura sobre llantas rígidas	IL2
Tema 8. Aire comprimido **8.1.** Fundamentos físicos **8.2.** Compresores **8.3.** Máquinas accionadas por aire comprimmido	IL2
Tema 9. Técnicas y maquinaria de perforación **9.1.** Los útiles de perforación **9.2.** Equipos de sondeos, clave e hinca **9.3.** Tipos de perforaciones	IL2
Tema 10. Técnicas y maquinaria de excavación **10.1.** Máquinas de excavación de tierras **10.2.** Máquinas de excavación de túneles a sección completa **10.3.** Ventilación	IL2
Tema 11. Técnicas y maquinaria de compactación **11.1.** Sistemas de compactación para cada tipo de suelo **11.2.** Apisonadoras, rodillos y compactadoras.	IL2

Tema 12. Técnicas y maquinaria de elevación **12.1.** Máquinas elementales de elevación **12.2.** Máquinas de elevación compuesta	IL2
Tema 13. Técnicas y maquinaria de transporte **13.1.** Transporte ligero **13.2.** Transporte pesado en vehículos de neumáticos **13.3.** Transporte por vía férrea en las obras **13.4.** Transporte por cable	IL2
Tema 14. Técnicas y maquinaria de tratamiento de áridos **14.1.** Machacadoras **14.2.** Elementos transportadores de áridos **14.3.** Equipos de clasificación	Il2
Tema 15. Técnicas y maquinaria de bombeo **15.1.** Tipos de bombas **15.2.** La instalación de bombeo	IL2
Tema 16. Técnicas y maquinaria de voladura **16.1.** El proceso de rotura por explosión **16.2.** Características d ellos explosivos **16.3.** Tipos de explosivos **16.4.** Voladuras con frente libre **16.5.** Voladuras en túnel	IL2
Tema 17. Equipos y maquinaria específicos **17.1.** De la puesta en obra de elementos estructurales **17.2.** De construcción de carreteras **17.3.** De construcción de puertos **17.4.** Maquinaria de vía	IL2
Tema 18. Normativa de seguridad y salud **18.1.** Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales **18.2.** Real Decreto 1617/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción **18.3.** Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales **18.4.** Legislación complementaria de la normativa de seguridad y salud	IL1
Tema 19. Seguridad en el proceso constructivo **19.1.** El coordinador en materia de seguridad y salud durante la redacción del proyecto **19.2.** El estudio de seguridad y salud en el proyecto **19.3.** El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra **19.4.** El plan de seguridad y salud de la obra **19.5.** Funciones de los agentes participantes en el proceso constructivo	IL1
Tema 20. Gestión de recursos en el proceso contructivo **20.1.** Mano de obra **20.2.** Materiales de construcción **20.3.** Maquinaria **20.4.** Instalaciones auxiliares **20.5.** El personal ajeno a la empresa	IL3
Tema 21. Gestión ambiental en el proceso constructivo **21.1.** Indicadores ambientales **21.2.** Plan de vigilancia ambiental durante la ejecución de la obra	IL4

Tema 22. Control en el proceso constructivo **22.1.** El anejo de control de calidad del proyecto **22.2.** El plan de aseguramiento de la calidad de la Administración **22.3.** El autocontrol del contratista **22.4.** Las consultoras especializadas en control de calidad	IL4
Tema 23. Medición de obras **23.1.** Sistemas de medición **23.2.** Empleo de programas informáticos	IL3
Tema 24. Valoración económica de obras **24.1.** El anejo de justificación de precios del proyecto **24.2.** Los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA **24.3.** Los presupuestos de actividades de la obra no realizadas por el contratista	IL3
Tema 25. Trabajo de curso. Realización de un trabajo en equipo, consistente en la redacción de un documento escrito y presentación pública del contenido del mismo	IL4

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 diferentes temas, 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 del contenido de los temas 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 de los correspondientes temas serán cuidados con el máximo detalle.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Las prácticas de campo serán realizadas por los estudiantes en equipo con ayuda del profesor, tras una explicación de su fundamento, finalidad y metodología por parte de éste. Cada equipo de estudiantes dispondrá de un protocolo de la práctica que deberá cumplimentar y entregar.

Trabajo autónomo:

El estudiante deberá examinar en profundidad los problemas resueltos en clase para ubicarlos en su contexto adecuado, y para constatar reflexivamente el pleno soporte lógico y metodológico que el modelo 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:

Se realizará un trabajo en equipo con ayuda del profesor consistente en la redacción de un documento escrito, en base a un protocolo del trabajo, y la posterior presentación pública en el aula del contenido del mismo

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

M. Díaz del Río, *Manual de maquinaria de construcción* , McGraw-Hill

Bibliografía complementaria:

J. Gómez Hermoso, *Técnicas aplicadas de construcción*, Servicio Publicaciones Escuela
M. Flórez de la Colina, *Sistemas de elevación. Grúas*, Servicio Publicaciones Escuela
E. Díaz Heredia, *Prefabricación,* Servicio Publicaciones Escuela
C. Arévalo Sarrate, *Seguridad y Salud en el proceso constructivo,* Servicio Public. Escuela

Recursos Web:

moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/
www.upm.es/institucional/UPM/Biblioteca/RecursosInformacion → Ingebook

Equipamiento específico:

Instalaciones, equipos y material de laboratorio de Procedimientos generales de construcción

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 2 h 10 min	Temas 1 y 2 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
2	Temas 2 y 3 2 h 10 min	Temas 2 y 3 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
3	Temas 4 y 5 2 h 10 min	Temas 4 y 5 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
4	Temas 5 y 6 2 h 10 min	Temas 5 y 6 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
5	Temas 7 y 8 2 h 10 min	Temas 7 y 8 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
6	Temas 8 y 9 1 h 15 min	Temas 8 y 9 2 h		Estudio personal 6 h 45 min			10 h
7	Temas 10 y 11 2 h 10 min	Temas 10 y 11 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
8	Temas 11 y 12 2 h 10 min	Temas 11 y 12 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
9	Temas 13 y 14 1 h 05 min	Temas 13 y 14 1 h 05 min		Estudio personal 6 h 05 min			8 h 15 min
10	Temas 14 y 15 1 h 15 min	Temas 14 y 15 2 h		Estudio personal 6 h 45 min			10 h
11	Temas 16 y 17 2 h 10 min	Temas 16 y 17 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
12	Temas 17 y 18 2 h 10 min	Temas 17 y 18 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 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
13	Temas 19 y 20 2 h 10 min	Temas 19 y 20 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
14	Temas 20 y 21 1 h 15 min	Temas 20 y 21 2 h		Estudio personal 6 h 45 min			10 h
15	Temas 22 y 23 2 h 10 min	Temas 22 y 23 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
16	Temas 23 y 24 2 h 10 min	Temas 23 y 24 3 h 15 min		Estudio personal 7 h 05 min			12 h 30 min
Hasta el examen				Preparación examen final 10 h 15 min	Examen final 4 h		14 h 15 min
Horas	**30 h 50 min**	**46 h 05 min**		**121 h 35 min**	**4 h**		**202 h 30 min**

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.
2. Las presentaciones orales se realizarán repartidas a lo largo del curso durante las clases ordinarias.

Urbanismo

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001303	4,5	Tecnología específica	Común	Español

Nombre en inglés	Urban Planning
Materia	Urbanismo
Departamento	Ingeniería del Transporte, Territorio y Urbanismo
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Quinto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Juan A. Santamera Sánchez	Pte.	Todos	L y M (9:00 – 11:30)	Torre, 8ª	*juanantonio.santamera@upm.es*
Cristina López García de Leániz	Secr.	Todos	J (10:00-13:00)	Torre, 8ª	*cristina.lopez@upm.es*
César García Villalonga		Todos	M (14:45-17:45)	Toree, 8ª	*cesar.garciav@upm.es*
Ramón del Cuvillo Martínez-Ridruejo	Vocal	Todos	J y V (9:30-12:30)	Torre, 8ª	*ramon.delcuvillo@upm.es*
María Amor Ariza Álvarez		Todos	X (1:00-13:00)	Torre, 8ª	*mariaamor.ariza@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:

Módulo de formación básica.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM40.1	Conocimiento del marco de regulación de la gestión urbanística
CM40.2	Comprensión del fenómeno urbano y sus factores determinantes (historia, economía, actividad humana, movilidad).
CM44	Valoración de los efectos histórico, social, económico, ambiental, cultural, político y globalizador de las realizaciones de la ingeniería civil.
CT1	Compromiso y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad en las actuaciones profesionales.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Explica el marco de regulación del urbanismo	CM40.1
RA2	Explica el fenómeno urbano y sus factores determinantes (historia, economía, actividad humana, movilidad)	CM40.2
RA3	Valora los efectos histórico, social, económico, ambiental, cultural, político y globalizador de las realizaciones de la ingeniería civil.	CM44, CT1
RA4	Realiza trabajos, en grupo, de planificación y diseño urbano	CM40.1 CM40.2

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Describe correctamente el marco de regulación del urbanismo.	RA1
IL2	Sí	Describe y valora correctamente la comprensión del fenómeno urbano y sus factores determinantes (historia, economía, actividad humana, movilidad).	RA2
IL3	No	Identifica y aplica los principios de sostenibilidad en la propuesta y evaluación de alternativas de proyectos, planes y programas territoriales, urbanísticos y sectoriales, así como en la gestión de los mismos. Identifica correctamente y es capaz de elaborar indicadores de sostenibilidad de proyectos, planes, actividades territoriales, o instituciones.	RA3
IL4	Sí	Integra análisis y valoraciones en la resolución de problemas urbanísticos.	RA3, 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. Asistencia y participación. Ejercicios voluntarios propuestos.	**10% adicional**

Descripción: Consiste en la asistencia y participación tanto a las clases magistrales como a las previstas para la resolución de ejercicios. Esta asistencia y participación se efectuará.

A lo largo del semestre se propondrá a los alumnos uno o más ejercicios voluntarios. Los ejercicios resueltos por los alumnos se entregarán, en cualquier caso, de manera telemática.

Criterios de calificación: La asistencia y participación igual o superior al 90% tendrá la calificación de 10 (1 punto adicional); si esta es igual o superior al 80% tendrá la calificación de 5 (0.5 puntos adicionales) Esta calificación se conservará para la calificación de la asignatura mediante examen extraordinario. La calificación de los trabajos voluntarios será de hasta 5 (0,5) puntos adicionales a la calificación de Asistencia y participación que incrementará la calificación definitiva del alumno sólo en el caso de que la calificación final, tanto en el examen ordinario como en el extraordinario, considerando, en su caso, la calificación en Asistencia y participación sea superior a igual o superior a 5.

Momento y lugar: El control se realizará sistemáticamente en las aulas tanto en las clases magistrales cómo en las dedicadas a ejercicios y talleres. Se considerarán las ausencias de asistencia y participación debidamente justificadas.

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	**100%**

Descripción: Consiste en la realización de un examen, cuya duración será inferior a 3 horas, en el que se plantearán varias preguntas sobre aspectos teóricos y prácticos del temario impartido dividido en dos bloques. Podrán incluirse preguntas tipo test.

Criterios de calificación: Se calificará cada bloque de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua progresiva

La calificación final será la media de las calificaciones obtenidas en cada uno de los bloques. Para superar la asignatura, sin tener que realizar el examen extraordinario, el alumno deberá alcanzar una calificación final igual o superior a 4 y, además, haber obtenido, en cada uno de los bloques una calificación mínima de 3. Los alumnos que no cumplan la condición anterior deberán realizar, en el examen extraordinario, el bloque, o ambos bloques, con calificación inferior a 4.

Para aquellos alumnos con una calificación global en el examen final igual o superior a 4, y no inferior a 3 en ninguno de los dos bloques, será de aplicación lo determinado para **PE1.** y se sumará a la calificación alcanzada en el examen final, obteniéndose así la calificación global del alumno. Esta calificación será siempre igual o inferior a 10.

Cuando la calificación de un alumno en uno o los dos bloques sea igual o superior a 4 esta se conservará para el examen extraordinario.

Para superar la signatura debe obtenerse una calificación global igual o superior a 5.

7.2. Mediante “sólo prueba final” (evaluación global)

Descripción: Consistirá en el mismo examen final que se ha indicado para los alumnos de evaluación continua progresiva.

Criterios de calificación: Se calificará cada uno de los bloques del examen de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final” (evaluación global)

La calificación final será la obtenida en el examen final añadiéndose, en su caso, la calificación adicional prevista en **PE1.** con las mismas consideraciones que en la calificación mediante evaluación continua progresiva.

Para superar la asignatura deberá alcanzarse una calificación en cada uno de los bloques en que se divide la asignatura no inferior a 3 y obtenerse una calificación global mínima igual o superior a 5.

Para el examen extraordinario son de aplicación las mismas condiciones anteriores.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Introducción	
Tema 1. Introducción al urbanismo **1.1.** Caracterización del urbanismo **1.2.** Historia del urbanismo **1.3.** Urbanistas relevantes	IL1
Capítulo II. La ciudad como espacio físico. Forma y diseño urbano. Elementos, parámetros y conceptos básicos	
Tema 2. El espacio público viario: la calle **2.1.** Clasificación de las calles **2.2.** La calle el peatón, los vehículos y el transporte **2.3.** Pavimentación, vegetación y mobiliario urbano	IL1,IL2
Tema 3. El espacio público no viario: la plaza y el parque **3.1.** La plaza como espacio público por antonomasia **3.2.** Introducción de la vegetación en la ciudad **3.3.** El sistema de zonas y espacios libres **3.4.** Clasificación y jerarquía, necesidades y funciones	IL1,IL2
Tema 4. El espacio interviario: la manzana y la edificación **4.1.** Breve historia de la arquitectura contemporánea **4.2.** La parcela y la manzana como unidades y elementos básicos del diseño y de la forma urbana **4.3.** La edificación en la parcela, condiciones, deposición y ocupación **4.4.** La edificabilidad y el aprovechamiento como parámetros básicos de la ordenación **4.5.** Las tipologías edificatorias	IL1,IL2
Tema 5. La morfología y el diseño urbano **5.1.** La composición urbana como articulación de los elementos urbanos básicos. **5.2.** La modulación **5.3.** La trama o entramado urbano **5.4.** La morfología urbana	IL1,IL2
Capítulo III. La ciudad como espacio socioeconómico	
Tema 6. La actividad y los tejidos residenciales **6.1.** El casco antiguo, el ensanche y los nuevos desarrollos residenciales **6.2.** Los usos dotacionales y los equipamientos **6.3.** Los estándares urbanísticos. Equipamientos y Estado del Bienestar.	IL1,IL2
Tema 7. Las actividades económicas urbanas: Industria y terciario **7.1.** Las actividades industrial y logística **7.2.** Las actividades terciarias: comercio, oficinas, hospedaje y ocio	IL1,IL2
Capítulo IV. La ciudad como espacio normativo. Normativa reguladora del urbanismo. Instituciones urbanísticas	
Tema 8. Normativa de suelo y urbanismo. Evolución y situación actual **8.1.** La organización territorial de España. Constitución, Leyes, Legislación delegada y reglamentos **8.2.** Evolución de las leyes: LS56-LrS75-LS76, CE-LrS90-LS92-STC61/978 LrS98-STC164/2001-LrS07-LS08- TrLS2015 **8.3.** Aplicación del sistema normativo. Generación de las leyes urbanísticas autonómicas. Aplicación supletoria de los Reglamentos estatales de 1978	IL1,IL2, IL3

Tema 9. El derecho de propiedad y el urbanismo: clasificación, calificación, situaciones, derechos y deberes, áreas de reparto y aprovechamientos tipo **9.1.** La propiedad del suelo en el urbanismo. Evolución, Código Civil, clasificación y calificación de los predios **9.2.** Clases, categorías y situaciones del suelo **9.3.** La calificación del suelo **9.4.** Derechos y deberes de la propiedad y de la promoción **9.5.** Las áreas de reparto y los aprovechamientos tipo	IL1,IL2
Tema 10. El sistema de planeamiento. Los planes urbanísticos: concepto, contenido, tramitación y alteración **10.1.** El Plan norma jurídica **10.2.** La ausencia de planeamiento. Normas legales de directa aplicación. **10.3.** Los límites a la potestad de planeamiento. Los estándares urbanísticos **10.4.** La cascada de planeamiento. Estatal, supletoria y autonómica **10.5.** Instrumentos de planeamiento. Concepto y contenido **10.6.** Tramitación, aprobación y alteraciones	IL1,IL2, IL3
Capítulo V. El planeamiento municipal	
Tema 11. El planeamiento general **11.1.** El planeamiento general municipal **11.2.** Instrumentos de planeamiento general **11.3.** Aspectos esenciales del planeamiento general **11.4.** Determinaciones propias del planeamiento general **11.5.** Documentación	IL1,IL2
Tema 12. El planeamiento parcial **12.1.** Concepto. Objeto. Ámbito de ordenación **12.2.** Determinaciones de carácter general **12.3.** Documentación. **12.4.** Tramitación y aprobación	IL1,IL2
Tema 13. Tramitación y aprobación **13.1.** Los planes especiales **13.2.** Los programas de actuación urbanística **13.3.** Los “nuevos instrumentos autonómicos” PAUs, PAIs, PSs, etc. **13.4.** Los estudios de detalle	IL1,IL2
Tema 14. Planeamiento y desarrollo sostenible **14.1.** Caracterización del desarrollo sostenible **14.2.** Ámbitos de actuación en el planeamiento **14.3.** Instrumentos y procesos	IL3
Capítulo VI. La ejecución del planeamiento	
Tema 15. La ejecución del planeamiento urbanístico **15.1.** Ejecución sistemática y asistemática. Requisitos para la ejecución **15.2.** Ámbitos de la ejecución **15.3.** Sistemas de actuación **15.4.** Técnicas de equidistribución. Reparcelación	IL1,IL2
Tema 16. El proyecto de urbanización **16.1.** Concepto, contenido y caracterización **16.2.** Otros proyectos de ejecución	IL1,IL2
Tema 17. Los mecanismos de intervención en el mercado de suelo **17.1.** Los patrimonios públicos de suelo **17.2.** El derecho de superficie **17.3.** Los derechos de tanteo y retracto	IL1,IL2
Capítulo VII. Transporte urbano y planeamiento	

Tema 18. Los planes de movilidad urbana sostenible **18.1.** Análisis de movilidad urbana **18.2.** Definición de los PMUS **18.3.** Metodología para la elaboración de PMUS Este Tema no se impartirá en el curso 2023-2024 por impartirse en otras asignaturas de Transportes.	IL3
Capítulo VIII. El mercado inmobiliario	
Tema 19. Introducción al mercado inmobiliario **19.1.** Concepto, marco y principales características **19.2.** Tipologías de los productos y principales subsectores **19.3.** El planeamiento como configurador de la oferta inmobiliaria **19.4.** La estimación de la demanda como magnitud fundamental del planeamiento	IL1,IL2
Tema 20. El proceso de producción y los operadores urbanos. Políticas de suelo y vivienda. **20.1.** Promoción y proceso de producción inmobiliario **20.2.** Principales agentes: los operadores urbanos **20.3.** El suelo como elemento básico en el planeamiento y la ordenación urbana: el mercado de suelo	IL1,IL2
Capítulo IX. Supuestos prácticos	
Tema 21. Ejercicios prácticos **21.1.** Estándares de dotación	IL4

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clases de teoría:

El profesor expondrá los contenidos necesarios para la comprensión de los temas que integran la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad técnica del alumno.

Clases prácticas:

Las clases prácticas (Talleres de Urbanismo) complementan las clases teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. Estas clases de Talleres de Urbanismo tendrán lugar en las aulas establecidas por Jefatura de Estudios, en grupos más reducidos que las clases de teoría y serán impartidas simultáneamente por varios profesores de la asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y talleres de Urbanismo y resolverá los supuestos prácticos propuestos en ellos.

Trabajo en grupo:

No se diseña un trabajo a realizar por grupos

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Santamera, J. A. (1998). Introducción al planeamiento urbano. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid

Santos Diez, R. y Castelao Rodríguez, J. (9ª edición, 2020). Derecho urbanístico. Manual para Juristas y Técnicos. Wolters Kluver- El Consultor de los Ayuntamientos. Madrid

Bibliografía complementaria:

Valero Calvete, J. (2005). Apuntes de Urbanismo 1. Historia. Escuela Técnica superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid

Santamera Sánchez, J. A. y Manchón Contreras, L. F. (1995). Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid

Fernández Rodríguez, T. R. (2005). Manual de Derecho Urbanístico. El Consultor de los Ayuntamientos y de los Juzgados, Abella, Madrid

López Candeira, J.A. (1999). Diseño urbano. Teoría y Práctica. Munilla- Lería. Madrid

Enguita, A. (2008). La ciudad contemporánea. Análisis de su estructura y desarrollo. CEIM. Madrid

Esteban Noguera, J. (1998). Elementos de Ordenación urbana. Universidad Politécnica de Cataluña

Moya González, L. (1994) La Práctica del Planeamiento Urbanístico. Síntesis. Madrid.

Herce, M. (2009). Sobre la movilidad en la ciudad. Reverté

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2009). Movilidad en las grandes ciudades. Fundación OPTI

Recursos Web:

Plataforma Moodle Universidad Politécnica de Madrid

Equipamiento específico:

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Talleres de Urbanismo.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
2	Temas 2 (2 horas 10 min) y 3 (1 hora y 5 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
3	Temas 4 (1 hora y 5 min), 5 (1 hora y 5 min) y 6 (1 hora y 5 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
4		Taller parámetros básicos de la ordenación 3 h 15 min		Completar Taller 4 h			7 h 15 min
5	Temas 7 (1 hora y 5 min) y 8 (2 horas 10 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
6		Taller estándares urbanísticos 3 h 15 min		Completar Taller 4 h			7 h 15 min
7	Temas 8 (1 hora 5 min), Tema 9 (1 hora y 5 min) y 10 (1 hora y 5 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
8	Temas 10 (1 hora y 5 min) y 11 (2 horas 10 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Talleres de Urbanismo.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
9	Temas 11 (1 hora y 5 min) y 12 (2 horas 10 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
10	Temas 11 (1 hora y 5 min) y 12 (2 horas 10 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
11	Temas 13 (2 horas 10 min) y 14 (1 hora y 5 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
12	Temas 14 (1 hora y 5 min), 15 (1 hora y 5 min) y 16 (1 hora y 5 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
13	Temas 17 (1 hora y 5 min), 19 (1 hora y 5 min) y 20 (1 hora y 5 min) 3 h 15 min			Estudio temas 4 h			7 h 15 min
14		Taller estudio de casos planeamiento 3 h 15 min		Completar Taller 4 h			7 h 15 min
15		Taller estudio de casos sector inmobiliario 3 h 15 min		Completar Taller 4 h			7 h 15 min
Hasta el examen				Preparación del examen final 9 h 45 min	Examen final 3 h		15 h 50 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Talleres de Urbanismo.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
Horas	**35 h 45 min**	**13 h 0 min**		**69 h 45 min**	**3 h**		**121 h 30 min**

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

Sexto Semestre

Geotecnia

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001311	4,5	Básica	Común	Español

Nombre en inglés	Geotechnics.
Materia	Geotecnia
Departamento	Ingeniería y morfología del terreno.
Web asignatura	
Período impartición	Sexto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Jesús González Galindo	Pte.	Todos	L (17.00-19.00) y X (17.00-19.00) J (8.30 a 12.30)	Despacho 1.10	*jesus.gonzalezg@upm.es*
Rafael Jiménez Rodríguez	Secr.	Todos	M (9-11 y 15,30-18,30) y V (9-10)	Lab. Geotecnia	*rafael.jimenez@upm.es*
Isabel Reig Ramos	Vocal	Todos	L (17.15-19.15) y J (17.30-20.30)	Lab. Geotecnia	*mariaisabel.reig@upm.es*
Rubén Galindo Aires		Todos	L (9.00 a 13-00) y M (9.00 a 13.00)	Despacho 240	*rubenangel.galindo@upm.es*
Ignacio González Tejada		Todos	L (9.00 a 13-00) y M (9.00 a 13.00)	Lab. Geotecnia	*ignacio.gtejada@upm.es*
José Gutiérrez Chacón		Todos	M (9.00-12.00 y 14.00-16.30) y J (9.00-12.00 y 14.00-16.30)	Lab. Geotecnia	*jg.gutierrez@upm.es*
José Antonio Alonso Pollán		Todos	L (17.00-19.00) y X (17.00-19.00)	Lab. Geotecnia	*ja.alonso@upm.es*
Antonio Soriano Martínez		Todos	L (17.00-19.00) y X (17.00-19.00)	Lab. 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:

Mecánica de suelos y rocas

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM21.1	Conocimientos de geotecnia y mecánica de suelos y de rocas, así como su aplicación en el desarrollo de estudios, proyectos, construcciones y explotaciones donde sea necesario efectuar movimiento de tierras, cimentaciones y estructuras de contención.
CM21.2	Compresión y capacidad de aplicación de modelos predictivos de la filtración del agua en suelos y del comportamiento mecánico y el fallo estructural de suelos y rocas.
CM 45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
CT9	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	Resuelve los problemas de flujo del agua en el terreno	CM21.2
RA2	Resuelve los problemas de mecánica del suelo aplicando la teoría de la elasticidad y la plasticidad.	CM21.1
RA3	Calcula las cimentaciones superficiales y profundas	CM21.1
RA4	Diseña estructuras de contención	CM21.1
RA5	Analiza la estabilidad de taludes	CM21.1
RA6	Analiza una campaña de investigación geotécnica proponiendo los parámetros del terreno	CM21.1, CT9
RA7	Argumenta la resolución de los problemas geotécnicos mediante lógica científica y aplicando una metodología razonada	CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Estudia correctamente el flujo del agua en el terreno, con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA1, RA8
IL2	Sí	Obtiene correctamente las ecuaciones de la plasticidad y elasticidad del suelo, con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA2, RA8
IL3	Sí	Estudia correctamente la carga de hundimiento de cimentaciones superficiales y profundas, con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA3, RA8
IL4	Sí	Estudia correctamente el diseño de muros de contención, con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA4, RA8
IL5	Sí	Estudio de la estabilidad de taludes, con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA5, RA8
IL6	No	Analiza correctamente una campaña de investigación geotécnica, con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA6, RA8

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. Participación en la resolución interactiva de cuestiones y problemas en clase o para resolver fuera de clase. 10%
Nota de evaluación progresiva

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno alguno de los cuales se realizarán durante la clase (en el aula o por medio telemáticos), a través del Aula Virtual (MOODLE) o Twitter (@GeotecniaICCP). Las pruebas planteadas durante la propia hora de clase deberán ser enviadas por el alumno al profesor utilizando medios telemáticos y en el plazo indicado.

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

Momento y lugar: Las cuestiones de clase se plantearán, sin previo aviso, un ejercicio en una de las horas de clase. Los alumnos responderán a los ejercicios en clase o usando medios telemáticos en el plazo que se indique, que no puede superar el final de la clase. Las cuestiones planteadas a través del Aula Virtual (MOODLE) o Twitter se realizarán según condiciones y plazos que se anunciarán durante el curso.

PE2. Control intermedio 45% o 0%

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. En caso de ser exámenes no presenciales 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.

PE3 Examen final ordinario 45% o 90%

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 la prueba intermedia.

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 90% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 45%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. En caso de ser exámenes no presenciales 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. 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 progresiva

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: PE1 (10%), PE2 (45%) y PE3 (45%).
- 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: PE1 (10%), y PE3 (90%).

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 4,0 puntos (sobre 10) en la nota del examen (PE3) 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; PE1 (10%), y PE4 (90%). 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. En caso de ser exámenes no presenciales 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. Redes de filtración	IL1
1.1. Introducción	
1.2. Ecuación de la continuidad	
1.3. Ecuación de Laplace	
1.4 Solución de la ecuación de Laplace	
1.5 Determinación del caudal de filtración	
1.6 Resolución de ejemplos de redes de filtración	
1.7 Dibujo de una red de filtración	
1.8 Solución de la ecuación de Laplace en terrenos heterogéneos	
1.9. Hidráulica de pozos	
Tema 2. Aplicación de soluciones de la elasticidad en geotecnia	IL2
2.1. Introducción de la teoría de la elasticidad.	
2.2. Espacio elástico homogéneo e isótropo.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores		Indicador de Logro asociado
2.3.	Semiespacio de Boussinesq (semiespacio elástico infinito).	
2.4.	Capa elástica homogénea sobre capa rígida.	
2.5.	Cargas rígidas sobre semiespacio elástico homogéneo.	
Tema 3.	Cimentaciones superficiales.	IL3
3.1.	Introducción	
3.2.	Algunos conceptos necesarios	
3.3.	Tipos de cimentación	
3.4.	Seguridad frente al hundimiento	
3.5.	Seguridad frente al deslizamiento	
3.6.	Seguridad frente al vuelco	
3.7.	Seguridad frente al equilibrio global	
3.8.	Seguridad frente al fallo estructural.	
3.9.	Movimiento de las cimentaciones	
Tema 4.	Cimentaciones profundas.	IL3
4.1.	Introducción	
4.2.	Tipos de pilotes	
4.3.	Pilotes de desplazamiento	
4.4.	Pilotes de extracción	
4.5.	Acciones	
4.6.	Resistencia estructural	
4.7.	Carga de hundimiento de un pilote aislado	
4.8.	Fórmulas dinámicas de la hinca	
4.9.	Resistencia al arranque al pilote aislado	
4.10.	Resistencia horizontal del terreno	
4.11.	Asiento de un pilote aislado	
4.12.	Efecto grupo	
Tema 5.	Cálculo de empujes sobre muros rígidos	IL4
5.1.	Introducción	
5.2.	Tipología de elementos de contención	
5.3	Modos de fallo de las estructuras de contención	
5.4.	Valores límite de los empujes	
5.5.	Parámetros geotécnicos.	
5.6.	Cálculo del empuje al reposo	
5.7.	Cálculo del empuje activo	
5.8.	Cálculo del empuje activo en terreno con varios estratos	
5.9.	Cálculo del empuje pasivo	
5.10.	Influencia del agua en los empujes	
5.11.	Efecto de las sobrecargas en el cálculo del empuje activo	
5.12.	Cálculo del empuje activo sobre muros en L	
Tema 6.	Estabilidad de taludes.	IL5
6.1.	Tipos de deslizamiento.	
6.2.	Deslizamiento de excavaciones verticales	
6.3.	Deslizamiento paralelo al talud.	
6.4.	Método del círculo de rozamiento.	
6.5.	Ábacos de Taylor	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 7. Técnicas de reconocimiento del terreno. **7.1.** Reconocimientos geofísicos **7.2.** Calicatas y sondeos mecánicos. **7.3.** Ensayos in situ (SPT, ensayos de penetración dinámica, ensayos de penetración estática, ensayos presiométricos y dilatométricos, ensayos de permeabilidad).	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. 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 compresión 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:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajos autónomos:

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

Trabajos 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:

JIMÉNEZ SALAS, J. A. Y JUSTO ALPAÑÉS, J. L. (1975). Geotecnia y Cimientos II. Ed. Rueda.

TERZAGHI, K., PECK, R. B. Y MESRI, G. (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice. John Wiley and Sons, Inc.

Bibliografía complementaria:

BOWLES, J. (1996). Foundation analysis and design. McGraw-Hill.

LAMBE, W. Y WHITMAN, R. (2008). Mecánica de suelos. Ed. Limusa.

LANCELLOTA, RENATO (1995) Geotechnical engineering.

MINISTERIO DE FOMENTO. (2002). Guía de cimentaciones en obras de carretera.

MUZAS LABAD, F. (2007). Mecánica del suelo y cimentaciones. Fundación Escuela de la Edificación.

PUERTOS DEL ESTADO. (2005). ROM 0.5.05. Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y portuarias.

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.

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 (lab. de informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h 15 min			Estudio tema 1 3 h 30 min			6 h 45 min
2	Tema 2 1 h 5 min	Tema 1 2 h 10 min		Estudio tema 1 y 2 4 h 30 min			7 h 45 min
3	Tema 2 2 h 10 min	Tema 2 1 h 5 min		Estudio tema 2 3 h 30 min			6 h 45 min
4	Tema 3 2 h 10 min	Tema 2 1 h 5 min		Estudio tema 2 y 3 4 h 30 min			7 h 45 min
5	Tema 3 1 h 5 min	Tema 3 2 h 10 min		Estudio tema 3 y preparación control 3 h 30 min			6 h 45 min
6	Tema 4 2 h 10 min	Tema 3 1 h 5 min		Estudio tema 4 3 h 30 min			6 h 45 min
7	Tema 4 2 h 10 min	Tema 4 1 h 5 min		Estudio tema 5 4 h 30 min			7 h 45 min
8	Tema 5 1 h 40 min	Tema 4 1 h 5 min		Estudio tema 5 y preparación control 5 h 30 min	Control 30 min		8 h 45 min
9	Sin clase (Exámenes parciales)	Sin clase (Exámenes parciales)		Estudio personal y preparación control intermedio 6 h	Control intermedio 2 h		8 h
10	Sin clase	Sin clase					

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (lab. de informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
	(Exámenes parciales)	(Exámenes parciales)					
11	Sin clase (Semana Santa)	Sin clase (Semana Santa)					
12	Tema 5 1 h 5 min	Tema 5 2 h 10 min		Estudio tema 5 3 h 30 min			6 h 45 min
13	Tema 6 2 h 10 min	Tema 5 1 h 5 min		Estudio tema 5 y 6. 4 h 30 min			7 h 45 min
14	Tema 6 1 h 5 min	Tema 6 2 h 10 min		Estudio tema 6 4 h 30 min			7 h 45 min
15	Tema 7 3 h 15 min			Estudio tema 7 3 h 30 min			6 h 45 min
16	Tema 8 1 h 5 min	Tema 7 2 h 10 min		Estudio tema 7 4 h 30 min			7 h 45 min
17	Tema 8 1 h 40 min	Tema 9 8 1 h 5 min		Estudio tema 8 y preparación control 5 h 30 min	Control 30 min		8 h 45 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 7 h	Examen final 2 h		9 h
Horas	**26 h 05 min**	**18 h 25 min**		**72 h**	**5 h**		**121 h 30 min**

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

Hormigón y Estructuras metálicas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001312	9	Común de ing. civil	Común	Español

Nombre en inglés	Concrete and Steel Structures
Materia	Hormigón y estructuras metálicas
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Sexto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Hugo Corres	Pte.	A	J y V (18:00-21:00)	Sótano 2	*Hugoeduardo.corres@upm.es*
Javier Pascual	Secr.	B	L (12:00 - 14:00)	Sótano 2	*javier.pascual@upm.es*
Fco. Javier León	Vocal	A	J y V (17:00-20:00)	Sótano 2	*franciscojavier.leon@upm.es*
Miguel Ortega		B	L (15:00 - 17:00)	Sótano 2	*miguel.ortega@upm.es*
Alejandro Pérez		A	J y V (18:00-21:00)	Sótano 2	*Alejandro.perezc@upm.es*
Tomás Ripa		B	V (18:00 - 20:00)	Sótano 2	*tomasripa@lraingenieria.es*
Javier García		A	J (18:00-21:00)	Sótano 2	*jgh@fhecor.es*
Luis Matute		B	L (11:00 - 13:00)	Sótano 2	*luis.matute@upm.es*
Borja Regúlez		A	V (18:00-21:00)	Sótano 2	*borja.regulez@upm.es*
Germán Benito		B	L (10:30 - 12:30)	Sótano 2	*gbengar@tecsing.com*
Álvaro Serrano		B	L (11:00 - 13:00)	Sótano 2	*alvaro.serrano@mc2.es*
Leonardo Todisco		A	J y V (17:00-20:00)	Sótano 2	*leonardo.todisco@upm.es*
Gonzalo Sainz		B	L (15:00 - 17:00)	Sótano 2	*g.ulzurrun@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. Cálculo de Estructuras

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Geometría descriptiva, Física, Química, Cálculo infinitesimal e integral, Mecánica, Informática

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM22.1	Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras de hormigón y estructuras metálicas y mixtas. Capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.
CM22.2	Capacidad de aplicación de la normativa comunitaria para el cálculo de detalles constructivos en estructuras de hormigón y en estructuras metálicas.
CM 45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Concibe, proyecta, construye y mantiene estructuras de hormigón y estructuras metálicas y mixtas a partir de los fundamentos de su comportamiento mecánico y resistente.	CM22.1
RA2	Aplica la normativa comunitaria para el cálculo de detalles constructivos en estructuras de hormigón y en estructuras metálicas.	CM22.2
RA3	Asume los principios de incertidumbre y riesgo en la aplicación de la normativa comunitaria de estructuras de hormigón y de estructuras metálicas.	CM45

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce el comportamiento mecánico y reológico de los materiales hormigón y acero (armaduras y acero estructural), tanto aisladamente como integrantes de las piezas estructurales.	RA1 y RA3
IL2	Sí	Conoce el formato de seguridad que se aplica a las estructuras de hormigón, metálicas y mixtas, en función de los estados límite de agotamiento y de servicio.	RA1, RA2 y RA3
IL3	Sí	Dimensiona y comprueba piezas de hormigón, metálicas y mixtas en estado límite de servicio según los Eurocódigos 2, 3 y 4.	RA1, RA2 y RA3
IL4	Sí	Dimensiona y comprueba piezas de hormigón, metálicas y mixtas en estado límite último según los Eurocódigos 2, 3 y 4, incluyendo uniones, empalmes y acción mixta.	RA1, RA2 y 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"

Se realizarán, a lo largo del curso, cuatro tipos de pruebas de "evaluación continua", con el detalle que se indica a continuación para cada uno de dichos tipos.

PE1. Controles intermedios durante las clases teóricas **10%**

Descripción: Consiste en la realización individual de hasta cuatro ejercicios teórico-prácticos breves, tipo "test", dos por cada una de las dos partes de la asignatura, que permitan detectar el nivel de aprendizaje de los alumnos en las clases teóricas. Estos ejercicios se realizarán de forma individual por cada alumno. Tanto si la prueba es presencial, en la Escuela, como si se realiza telemáticamente, cada pruebe del tipo PE1 constará de cinco preguntas, cada una de ellas con cinco posibles respuestas. En la modalidad telemática, el orden de las preguntas será aleatorio e individualizado para cada alumno, en un tiempo fijo para responder en su conjunto, no pudiendo retroceder en la serie de preguntas a medida que son respondidas. Sólo podrán ser realizadas, sea cual sea la modalidad, por aquellos alumnos presentes en el aula (o en la sesión telemática) cuando se anuncia su realización.

Criterios de calificación: Se calificará globalmente de 0 a 10. Las respuestas correctas suman puntos. Las erróneas, restan. Los criterios de calificación se explicitan en cada prueba.

Momento y lugar: Se realizarán hasta cuatro ejercicios de este tipo, sin previo aviso, en la misma aula de las clases. En todo caso, tendrán lugar dentro del horario de la clase de teoría. La duración del ejercicio completo será de unos 10 minutos.

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. Controles intermedios durante las clases prácticas **10%**

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios, que se realizarán individualmente, para evaluar el nivel de conocimientos de los alumnos en las clases prácticas. Cada prueba, a resolver de forma individual por cada alumno, puede consistir en (1) dos ejercicios prácticos con datos aleatorios e individualizados, o (2) en varios ejercicios prácticos cortos, debiéndose señalar la solución correcta de entre las que se indican, justificando la respuesta en un espacio tasado.

La mitad de los ejercicios PE2 (PE2-1.1, PE2-2.1, PE2-3.1 y PE2-4.1) versará sobre los contenidos básicos de esta asignatura que están a disposición de los alumnos en Moodle. Dichos conocimientos básicos son tan importantes que sólo se podrá tendrá acceso al aprobado mediante "evaluación continua" si la media de los ejercicios PE2-1.1, PE2-2.1, PE2-3.1 y PE2-4.1 es mayor o igual a 6 (sobre 10), independientemente de las calificaciones de los ejercicios PE3 y PE4 (exámenes parciales). Ese criterio no rige para los exámenes finales PE5 (ordinario) y PE6 (extraordinario) que se describen más adelante.

Criterios de calificación: Se calificará globalmente de 0 a 10 y será la media de los ejercicios prácticos propuestos.

Momento y lugar: Se realizarán hasta cuatro evaluaciones de este tipo, programadas en el calendario de la asignatura, en el aula de exámenes o en remoto, pero para todos los alumnos con el mismo formato en el horario de clases. La prueba constará de dos ejercicios de 30 minutos cada uno que se remitirá en el formato que se definirá en cada caso y a través de la plataforma Moodle.

PE3. Primer examen parcial **50%**

Descripción: Consiste en la realización de cuatro ejercicios, dos teóricos y dos prácticos, relativos a la parte de la asignatura tratada hasta el momento del examen. Cada ejercicio teórico podrá constar de o bien cuatro preguntas para ser respondidas en un espacio tasado, o bien de un ejercicio tipo "test" como los de las pruebas PE1.

Los ejercicios prácticos, a resolver de forma individual por cada alumno, pueden consistir en (1) un ejercicio práctico con datos aleatorios e individualizados, o (2) en varias preguntas prácticas cortas, debiéndose señalar la solución correcta de entre las que se indican, justificando la respuesta. Los enunciados de los ejercicios indicarán qué material de consulta puede utilizarse, en su caso.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valora de 0 a 10 y será la media de los ejercicios propuestos. A la parte teórica del examen, si es mayor o igual que 4, se sumará la nota de los controles intermedios PE1 de esta parte de la asignatura. A la parte práctica del examen, si es mayor o igual que 4, se sumará la nota de los controles intermedios PE2 de esta parte de la asignatura. Para aprobar este parcial será imprescindible haber obtenido 4 o más puntos en la parte teórica y 4 o más puntos en la parte práctica, con los criterios antedichos. Por tanto, la parte teórica o la parte práctica que haya sido puntuada con menos de 4 computará como 0. Los alumnos que obtengan una calificación mayor o igual que 5 aprobarán este parcial. Los alumnos que obtengan una calificación inferior a 5 en este examen parcial deberán examinarse en el examen final de la parte correspondiente.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. La convocatoria establecerá el *modus operandi*.

PE4. Segundo examen parcial **50%**

Descripción: Igual que el primer examen parcial, pero relativo a la parte de la asignatura tratada desde el primer examen parcial hasta el final.

Criterios de calificación: Idéntico al del primer parcial (PE3).

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. La convocatoria establecerá el *modus operandi*.

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
PE5. Examen final	**50% o 100%**

Descripción: Consta de dos partes. Cada parte consiste en la realización de dos ejercicios (uno teórico y uno práctico). La primera parte corresponde a la materia tratada en el primer examen parcial y la segunda parte a la materia tratada en el segundo examen parcial. Cada parte del examen final debe ser realizada obligatoriamente por los alumnos que hayan obtenido una nota inferior a 5 en el examen parcial correspondiente.

El formato de los ejercicios teóricos será como el indicado en los exámenes parciales. Lo mismo cabe decir de los ejercicios prácticos.

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. A la parte teórica del examen, si es mayor o igual que 4, se sumará la nota de los controles intermedios PE1 de esta parte de la asignatura. A la parte práctica del examen, si es mayor o igual que 4, se sumará la nota de los controles intermedios PE2 de esta parte de la asignatura. Por tanto, la parte teórica o la parte práctica que haya sido puntuada con menos de 4 computará como 0. Para aprobar la parte del examen correspondiente a cada parcial será imprescindible haber obtenido una calificación igual o superior a 5. El peso del examen en la nota final será del 50% para los alumnos que realicen sólo una parte y del 100% para los que realicen las dos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. La convocatoria establecerá el *modus operandi*.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media de la calificación de las diferentes pruebas ponderadas por su correspondiente peso, sin que este valor pueda exceder de 10. Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Tendrá el mismo formato que se ha indicado para los alumnos de evaluación continua (PE5) en la convocatoria ordinaria. Si se trata de convocatoria extraordinaria (PE6), el examen constará de dos partes. Cada parte consistirá en la realización de un ejercicio teórico y uno práctico, no necesariamente correspondientes a cada una de las dos partes del curso. El formato de los ejercicios teóricos y prácticos será idéntico al indicado para la prueba PE5.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La calificación de cada examen será la media aritmética de las notas de sus ejercicios. La calificación final será la media de la parte teórica y de la parte práctica. Si la calificación de la parte teórica o de la parte práctica es inferior a 5, computará como cero en la media. Al tratarse de una valoración de “sólo prueba final”, no se aplicarán los incrementos de las pruebas PE1 ni PE2, ni se conservarán las notas de los parciales PE3 y PE4, cualesquiera que sean sus valores.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. La convocatoria establecerá el *modus operandi*.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será 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
Capítulo I. Introducción a las estructuras metálicas y de hormigón estructural	IL1
Tema 1. Presentación del curso.	IL1, IL2 IL3, IL4
Objetivos. Estructuras de hormigón, acero y mixtas. Aspectos resistentes, funcionalidad, durabilidad y vida útil. Ventajas e inconvenientes. Normativas europeas y nacionales. Actividades previstas. Funcionamiento del curso	
Tema 2. Breve historia de las estructuras metálicas y de hormigón	IL1, IL2 IL3, IL4
2.1. La necesidad de construir. El hecho resistente. La lucha contra las tracciones o cómo zafarse de ellas. Recorrido por los materiales estructurales. Tipologías estructurales.	
2.2. El hierro y el acero desde finales del s. XVIII. El hormigón estructural: origen romano, moderno desde 1900 aprox. Ingenieros, constructores, obras y principales hitos.	
Capítulo II. Características de los materiales	
Tema 3. Características mecánicas del acero estructural	IL1
Resistencia a tracción y compresión, módulo de deformación longitudinal. Criterios de comprobación. Ductilidad. Relajación. Fatiga. Resiliencia y Soldabilidad. Productos de acero (perfiles y chapas).	
Tema 4. Características mecánicas y reológicas del hormigón	IL1
Hormigón: resistencia a tracción y compresión, módulo de deformación; fluencia y retracción. Armaduras pasivas y activas: resistencia a compresión y tracción; relajación; soldabilidad.	
Tema 5. Características mecánicas de las armaduras	IL1
Armaduras pasivas: resistencia a compresión y tracción; soldabilidad; doblado. Tipos de aceros y productos	
Capítulo III Comportamiento básico de elementos estructurales	
Tema 6. Comportamiento de vigas de acero	IL1
Comportamiento elástico de las secciones. Comportamiento elasto-plástico. Efecto de la inestabilidad local de las chapas comprimidas. Diagrama momento-curvatura. Clasificación de las secciones metálicas. Rasante y flexión. Respuesta elástica y elastoplástica hasta el agotamiento de vigas de acero continuas.	
Tema 7 Comportamiento de vigas de hormigón con armaduras	IL1
Comportamiento elástico antes de la fisuración del hormigón, estado I. Comportamiento lineal tras la fisuración, estado II. Comportamiento no lineal del acero o del hormigón o de ambos, estado III. Trabajo conjunto debido al fenómeno de adherencia. Diagrama momento-curvatura. Respuesta no lineal hasta el agotamiento de vigas de hormigón armado continuas.	
Ejercicios.	IL1
E.1. Diagrama momento curvatura de una sección metálica. Esfuerzos y deformaciones en fases elástica, elastoplástica y plástica de una viga continua metálica.	
E. 2. Diagrama momento curvatura de una sección de hormigón. Esfuerzos y deformaciones en fases elásticas (antes y después de fisuración) y no lineales de una viga continua de hormigón armado.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 8. Comportamiento de vigas mixtas de hormigón y acero estructural Trabajo conjunto debido al fenómeno de la conexión. Comportamiento lineal (elástico y fisurado) y no lineal de secciones mixtas hasta el agotamiento. Clasificación de secciones mixtas. Vigas mixtas apeadas y no apeadas. Diagrama momento-curvatura. Rasante, flexión y conexión. Respuesta hasta el agotamiento de vigas mixtas continuas.	IL1
Ejercicios. **E. 3**. Diagrama momento curvatura de una sección mixta de hormigón y acero. Esfuerzos y deformaciones en fases elásticas (antes y después de fisuración) elastoplásticas y plásticas de una viga continua mixta.	IL1
Tema 9. Comportamiento de elementos lineales comprimidos. Nociones de efectos de 2º orden e inestabilidad de piezas comprimidas. Fenómeno físico y ecuación diferencial. Carga crítica de Euler. No linealidad geométrica. Diferencia de las piezas ideales con las piezas reales (fisuración, tensiones residuales, plastificación, imperfecciones geométricas).	IL1
Tema 10. Mecanismos de bielas y tirantes Regiones B y D. Mecanismos resistentes de bielas y tirantes.	IL1
Ejercicios. **E.4**. Modelo de bielas y tirantes de una viga para explicar el despiece de armaduras	IL1
Capítulo IV. Bases de proyecto	
Tema 11. Formatos de seguridad. Concepto de seguridad. Concepto de probabilidad de fallo. Método de los estados límites. Estados límite últimos (ELU). Estados límite de servicio (ELS). Estados límite de fatiga. Coeficientes de mayoración de acciones. Coef. de minoración de las resistencias de los materiales. Eurocódigo 1.	IL2
Ejercicios	IL2
E.5. Obtención de envolventes de momentos y cortantes para dimensionar y comprobar en ELU y ELS. Consideración de fases constructivas.	IL2
E.6. Obtención de envolventes de flechas y giros para dimensionar y comprobar en ELS. Consideración fisuración en vigas de hormigón y mixtas (continuas).	
Capítulo V. **Cálculo elástico a flexión de secciones y elementos**	
Tema 12 Análisis elástico de secciones y elementos metálicos y mixtos flectados (I) Tensiones normales bajo flexión uni y biaxial de secciones metálicas con eje de simetría. Método de la sección ideal en secciones mixtas. Cálculo de tensiones en vigas mixtas apeadas y no apeadas	IL3
Tema 13. Análisis elástico de secciones y elementos metálicos y mixtos flectados (II) Método de la sección ideal a tiempo infinito. Efectos reológicos: fluencia y retracción. Efectos térmicos.	IL3
Ejercicios. **E.7.** Cálculo elástico de tensiones y deformaciones en vigas metálicas y mixtas (análisis instantáneo) **E.8.** Cálculo elástico diferido de tensiones y deformaciones en vigas mixtas. Consideración de los efectos de retracción y térmicos	IL3
Tema 14 Análisis elástico de secciones y elementos metálicos y mixtos flectados (III)	IL3

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tensiones tangenciales y su relación con las tensiones normales. Esfuerzos rasantes. Conexión. Centro de esfuerzos cortantes.	
Ejercicios.	IL3
E.9.Cálculo elástico de las tensiones tangenciales y esfuerzos rasantes en una viga mixta continua).	
Tema 15 Análisis elástico fisurado de secciones y elementos de hormigón y mixtos	IL3
Tensiones normales bajo flexión uni y biaxial de secciones metálicas con eje de simetría. Método de la sección ideal en secciones mixtas. Cálculo de tensiones en vigas mixtas apeadas y no apeadas.	
Capítulo VI. **Estados límite de servicio**	
Tema 16 Deformaciones. Razones para limitar las flechas, criterios de proyecto	IL3
Límites de flecha. Elementos metálicos. Elementos de hormigón.	
Ejercicios.	IL3
E.10. Comprobación de flechas instantáneas y diferidas en un dintel de hormigón y en uno mixto. Obtención de contraflechas.	
Tema 17 Fisuración	IL3
Razones para limitar la abertura de las fisuras. Criterios de proyecto	
Ejercicios.	IL3
E.11. Comprobación de fisuración en un dintel.	
Capítulo VII. Estados límite últimos debidos a tensiones normales	
Tema 18 Secciones metálicas y mixtas. Tipos de rotura. Dimensionamiento y comprobación de secciones metálicas y mixtas a axil y flector.	IL4
Ejercicios.	IL3
E.12. Dimensionamiento y comprobación de una viga metálica y mixta con sección en doble T.	
Tema 19 Dimensionamiento y comprobación de secciones metálicas y mixtas a flexo-compresión.	IL14
Abolladura de chapas comprimidas. Consideración de los efectos de la esbeltez. Características de las secciones reducidas. Resistencia de secciones a flexocompresión.	
Ejercicios.	IL4
E.13. Dimensionamiento y comprobación de una viga metálica y mixta (apeada o no apeada) con secciones a flexocompresión.	
Tema 20 Secciones de hormigón armado. Tipos de rotura. Diagramas de interacción *N-M*. Dimensionamiento y comprobación de secciones sometidas a flexocompresión. Diagrama de pivotes. Construcción del diagrama de interacción. Propiedades.	IL4
Ejercicios.	IL4
E.14. Diagrama de interacción N-M de una sección de hormigón.	
Tema 21 Dimensionamiento y comprobación de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a flexión simple. Diagrama de flexión (Momentos-Armadura). Disposición de armadura comprimida.	
Tema 22 Aspectos constructivos de las secciones de hormigón. Recubrimientos de las armaduras. Cuantías mínimas. Disposiciones de armado en vigas, losas y pilares.	IL4
Ejercicios.	IL4
E.15. Dimensionamiento de una sección rectangular y de una sección T de hormigón.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 23 Dimensionamiento y comprobación de secciones de hormigón armado sometidas a flexo-compresión recta y esviada. Planteamiento analítico. Fórmulas simplificadas.	IL4
Ejercicios.	IL4
E.16. Dimensionamiento de soportes de hormigón armado no esbeltos.	
Capítulo VIII Estados límite últimos frente a esfuerzos cortantes	
Tema 24. Mecanismos resistentes frente a tensiones tangenciales en elementos metálicos y mixtos.	IL4
24.1. Resistencia a cortante e interacción flector cortante. Abolladura de almas esbeltas. Rigidización	
24.2. **E**sfuerzos rasantes en cálculo elástico y elastoplástico. Rasantes de alma. Conexión.	
Ejercicios.	IL4
E.17. Comprobación de almas metálicas a cortante (con y sin abolladura). Interacción M-V.	
E. 18. Dimensionamiento de la conexión en vigas mixtas isostáticas y continuas	
Tema 25. Mecanismos resistentes frente a tensiones tangenciales en elementos de hormigón (I)	IL4
25.1. Elementos de hormigón estructural con y sin armadura transversal. Mecanismos de bielas y tirantes. Casos especiales de cortante: rasantes y cargas colgadas	
Ejercicios.	IL4
E. 19 Dimensionamiento a cortante de una viga de hormigón de sección T.	
E. 20 Dim. a rasante de la misma viga de hormigón en sección T.	
Capítulo IX. Estado límite último de inestabilidad	IL4
Tema 26. Consideración de los efectos de 2º orden. Fenómeno de inestabilidad de piezas comprimidas de acero (I)	
26.1. El soporte ideal y el soporte real. Comprobación a pandeo de soportes metálicos simples y compuestos	
26.2. Método de las imperfecciones equivalentes. Aplicación a pórticos traslacionales.	
Ejercicios.	IL4
E.21. Dimensionamiento a pandeo de soportes metálicos simples.	
E.22. Dimensionamiento a pandeo de soportes metálicos compuestos.	
E.23. Comprobación de un pórtico y de un soporte mediante el método de las imperfecciones.	
Tema 27. Consideración de los efectos de 2º orden. Fenómeno de inestabilidad de piezas comprimidas de hormigón (I)	
27.1. Comportamiento de soportes de hormigón estructural. Procedimiento simplificado	
Ejercicios.	IL4
E.24. Dimensionamiento de soportes esbeltos de hormigón.	
Capítulo X: Uniones en estructuras metálicas	
Tema 28. Uniones atornilladas	IL3,IL4
28.1. Tipos y comportamiento de uniones atornilladas. Reparto de esfuerzos. Uniones centradas y excéntricas. Dimensionamiento y comprobación	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Ejercicios.	IL3,IL4
E.25. Uniones atornilladas: apoyos y empalmes con cubrejuntas. Chapas frontales de unión viga-pilar y basas de soportes.	
Tema 29. Uniones soldadas	IL3,IL4
29.1. Tipos y comportamiento de uniones soldadas. Reparto de esfuerzos. Uniones centradas y excéntricas. Dimensionamiento y comprobación	
Ejercicios.	IL3,IL4
E.26. Uniones soldadas en ángulo: cordones con tensiones normales y de cizallamiento.	
Capítulo XI: Estado límite de adherencia. Anclaje y empalme de armaduras	
Tema 30. Mecanismos resistentes en la interfaz acero-hormigón	IL3,IL4
30.1. Adhesión, rozamiento, adherencia. Influencia de la posición de las barras, dispositivos de anclaje. Empalme de armaduras. Dispositivos de empalme	
Ejercicios.	IL3,IL4
E.27. Disposición de armaduras en un dintel. Corte de barras	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El método de las clases teóricas se basa en el guión siguiente, independientemente de si se trata de clases presenciales o en remoto:

a) Enunciado del tema objeto de estudio, su contexto, su importancia en el proyecto y la comprobación.
b) Exposición de los fenómenos físicos implicados y de los resultados experimentales disponibles, lo que permite entender el fenómeno y las variables más importantes de las que depende.
c) Tratamiento que da la normativa (Eurocódigos 2, 3 y 4) para el dimensionamiento y la comprobación, definiendo los límites de validez de las formulaciones propuestas y los criterios de análisis.
d) En el caso de los temas más tecnológicos, se presentan también fotografías y esquemas de las soluciones disponibles en el mercado y más utilizadas.

La clase combina la proyección en pantalla de diapositivas con el desarrollo en la pizarra (de manera no tan flexible si la clase es en remoto) de casos concretos o de aspectos particulares. Dichas transparencias están disponibles para los alumnos vía Moodle.

Durante estas clases se fomentará la participación de los alumnos, preferiblemente al final de la presentación del profesor, para calibrar el nivel de comprensión de los alumnos y para realizar algunos ejemplos sencillos.

Dentro del programa de la asignatura se han dejado previstas, si las disponibilidades del calendario lo permiten, cuatro clases de 65 minutos que se asignarán, si es posible, a:

a) Dos conferencias de especialistas externos de prestigio en el proyecto y construcción de estructuras de hormigón, metálicas y mixtas.
b) Dos seminarios sobre temas específicos (por ejemplo: evolución y tendencias en el proyecto o construcción, control de calidad de materiales y de ejecución, etc.), en el ámbito de las estructuras de hormigón, metálicas y mixtas.

Clases prácticas:

Las clases prácticas se realizarán a partir del desarrollo expuesto en el apartado 8 del presente documento. Los ejercicios resueltos estarán igualmente disponibles vía Moodle.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Se prevé realizar un viaje de prácticas a alguna obra, tanto de nueva planta como de rehabilitación, así como dos visitas a algún taller metálico y de ferralla, para que el alumno pueda situar el aprendizaje de las clases en el contexto general del proyecto y de la obra, valorando de primera mano el orden de magnitud de las dimensiones, de los pesos, de barras, chapas, procesos constructivos, etc. La experiencia muestra el alto valor pedagógico de estos viajes, de dos días de duración, aproximadamente. Las visitas a talleres podrán realizarse en media jornada, fuera del horario lectivo del resto de asignaturas del curso.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas, resolviendo por su cuenta los ejercicios propuestos y consultando las dudas a los profesores en horario de tutoría. No está previsto realizar trabajos monográficos individuales.

Trabajo en grupo:

No se ha previsto redactar trabajos específicos en grupos de alumnos.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Calavera, J. *Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón para edificios*. INTEMAC. Madrid, 1984.

Corres, H.; Martínez, J.L.; Pérez A.; López J.C. *Prontuario Informático del Hormigón Armadov 3.0. IECA*. Madrid, 2001.

Gª. Meseguer, A.; Morán, F.; Arroyo, J.C. *Hormigón Armado.* Jiménez Montoya. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2009.

Leonhardt, F.; Mönnig, E. *Estructuras de Hormigón Armado*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, 1985.

Park, R.; Paulay, T. Estructuras de Concreto Reforzado. Ed. Limusa. México, 1979.

Rui-Wamba, J. Teoría unificada de estructuras y cimientos. Ed. Reverté. 2020.

Simões da Silva, L. Simões, Gervásio, H. Fernández, J. y Bellod, J.L. Diseño de estructuras de acero. Eurocódigo 3. Parte 1-1 – Reglas Generales y Reglas para Edificios. Ed. Bellisco. 2020.

León, J. Notas para una historia del hormigón estructural. Fhecor. 2021.

Bibliografía complementaria:

Millanes, F. “La flexión en Estructuras Metálicas”. Apuntes de 5ºcurso. E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.

Millanes, F. “Introducción a las Estructuras Mixtas”. Apuntes de 5º curso E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid

Viñuela Rueda, L; Martínez Salcedo, J. “Proyecto y Construcción de Puentes Metálicos y Mixtos”. Editado por APTA. Madrid, 2009

Hurtado Mingo, C. y otros. "Estructuras de Acero en Edificación". Editado por APTA. Madrid, 2008.

Hirt, M.A.; Bez, R. "Construction Métallique". Traité de Génie Civil (vol. 10). École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Editado por Presses Polytechniques Universitaires Romandes. Lausanne, 2001.

Simões da Silva, L y otros. “Design of Steel Structures: Eurocode 3. Part 1-1”. ECCS Eurocode Design Manuals. Editado por Ernst&Sohn. Berlin 2010

Gardner, L.; Nethercot, D.A. “Designers guide to EN 1993-1-1”. Eurocodes Expert & The Steel Construction Institute. Editado por Thomas Telford. Londres, 2005

Recursos Web:

Moodle de Politécnica Virtual

Equipamiento específico:

Laboratorio de Estructuras de la ETSICCP

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 4 h 20 min			Estudio personal 5 h 40 min			10 h
2	Temas 4, 5, 6 y 7 4 h 20 min	Ejercicio E1 2 h 10 min		Estudio personal 6 h			12 h 30 min
3	Temas 8 y 9 2 h 10 min	Ejercicios E2, E3 4 h 20 min		Estudio personal 6 h			12 h 30 min
4	Temas 10 y 11 2 h 10 min	Ejercicios E4 y E5 4 h 20 min		Estudio personal 6 h			12 h 30 min
5	Temas 12 y 13 2 h 10 min	Ejercicios E6 y E7 y E8 4 h 20 min		Estudio personal 6 h			12 h 30 min
6	Temas 14 y 15 2 h 10 min	Ejercicio E9 2 h 10 min		Estudio personal 5 h 40 min		Visita 1 2 h 15 min	12 h 30 min
7	Temas 16 y 17 2 h 10 min	Ejercicio E10 2 h 10 min		Estudio personal 5 h 40 min		Conferenc. 1 h 25 h	11 h 15 min
8	Temas 18 y 19 2 h 10 min	Ejercicios E11 y E12 4 h 20 min		Estudio personal 6 h			12 h 30 min
9				Preparación examen parcial 17 h	Primer examen parcial 4 h		21 h
10							
11	Temas 20 y 21 2 h 10 min	Ejercicios E13 y E14 4 h 20 min		Estudio personal 6 h			12 h 30 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	Temas 22 y 23 2 h 10 min			Estudio personal 5 h 20 min		Seminario 1 2 h 30m	10 h
13	Tema 24 (24.1,24.2) 2 h 10 min	Ejercicios E 15 2 h 10 min		Estudio personal 5 h 40 min		Conferencia 1 h 15 min	11 h 15 min
14	Tema 25 y Tema 26.1 2 h 10 min	Ejercicios E16 y E17 4 h 20 min		Estudio personal 6 h			12 h 30 min
15	Tema 27 2 h 10 min	Ejercicios E18, E19, E20 y E21 4 h 20 min		Estudio personal 6 h			12 h 30 min
16	Tema 26.2 y 27 2 h 10 min	Ejercicios E22, E23,E24, E25 4 h 20 min		Estudio personal 6 h			12 h 30 min
17	Tema 28, 29 y 30 4 h 20 min	Ejercicio E26 y E27 2 h 10 min		Estudio personal y preparación examen 23 h	Segundo examen parcial 4 h		33 h 30 min
Hasta el examen				Preparación examen 17 h	Examen final 4 h		21 h
Horas	**39 h**	**45 h 30 min**		**146 h**	**12 h**	**7 h 30 min**	**243 h**

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

Infraestructuras Hidráulicas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001310	4,5	Tecnología específica (mención H) Tecnología complementaria (menciones CC y TSU)	Común	Español

Nombre en inglés	Hydraulic Infrastructures
Materia	Ingeniería hidráulica
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energética y Medio Ambiente
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales
Periodo impartición	Sexto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Miguel Ángel Toledo Municio	Pte.	A	M (9:30-12:30; 15:00-16:00) X (10:00-11:00; 15:00-16:00)	Torre, 7ª	miguelangel.toledo@upm.es
Rafael Morán Moya	Secr.	B	L (9:45-11:15) M (12.15-13.45)	Torre, 7ª	r.moran@upm.es
Francisco Javier Caballero Jiménez	Vocal	C	X (17:00-19:00) J (16:00-18:00)	Torre 7ª	franciscojavier.caballero@upm.es
Rafael Martínez Alonso		B	Concertadas por correo electrónico		rafael.martinez@upm.es
Ángel García Cantón		A	Concertadas por correo electrónico		angel.garciacanton@upm.es
Daniel Gálvez Cruz		C	Concertadas por correo electrónico		daniel.galvez@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:

Todas las de los semestres 1º a 4º de la titulación de ICyT. Del 5º semestre: Procedimientos generales de construcción, Hidráulica e hidrología, Mecánica de suelos y rocas, y Cálculo de estructuras.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Lectura comprensiva y redacción de textos técnicos

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM37.1	Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones hidráulicas, sistemas energéticos, aprovechamientos hidroeléctricos y planificación y gestión de recursos hidráulicos superficiales y subterráneos

Código	Competencia
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil.
CT1	Compromiso y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad en las actuaciones profesionales.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Proyecta y dimensiona obras e instalaciones hidráulicas.	CM37.1, CM45, CT1
RA2	Planifica y gestiona recursos hidráulicos superficiales y subterráneos.	CM37.1, CM45, CT1
RA3	Asume los principios de incertidumbre y riesgo de las obras públicas en las infraestructuras hidráulicas.	CM45

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce y comprende los distintos tipos de infraestructuras hidráulicas y la función de cada una de ellas y es capaz de analizar sistemas de infraestructuras hidráulicas, emitir juicios fundamentados sobre su idoneidad, bondades y carencias, y aplicar los conceptos esenciales de la materia para tomar decisiones.	RA1, RA2, RA3
IL2	Sí	Proyecta y dimensiona infraestructuras hidráulicas, teniendo en cuenta las incertidumbres y riesgos asociados.	RA1,RA3
IL3	Sí	Conoce los factores que influyen en el planeamiento y gestión de las infraestructuras hidráulicas, las incertidumbres y riesgos asociados, y es capaz de emitir juicios fundamentados y tomar decisiones en el campo de planeamiento y gestión de infraestructuras hidráulicas.	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. Defensa oral final **40%**

Descripción: El profesor hará preguntas a cada alumno sobre el Proyecto Didáctico desarrollado a lo largo del curso.

Criterios de calificación: Para aprobar, el alumno deberá mostrar que domina la aplicación de los Conocimientos Esenciales de la asignatura a las situaciones prácticas del Proyecto Didáctico. También deberá poder explicar con detalle y claridad de ideas las partes del Proyecto Didáctico realizadas por él directamente. Se calificará de cero a diez. Para aprobar será necesario obtener una calificación igual o mayor que cinco en la defensa y haber obtenido una calificación superior a 8 en el test final sobre conocimiento esenciales (no evaluable). En caso contrario la asignatura quedará suspendida.

Momento y lugar: Las defensas y el test no evaluable se realizarán en clase, a través de Moodle o en el lugar que se indique anticipadamente, siempre en las fechas y horas que se avisarán con 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

PE2. Actividades en el aula sobre Conocimientos Esenciales **25%**

Descripción: Las preguntas se referirán a los Conocimientos Esenciales de la asignatura y su aplicación a situaciones prácticas. Las preguntas se realizarán en clase intercalados en las explicaciones. El peso en la nota será de un 15% por participación en al menos el 80% de las clases de conocimientos esenciales y un 10% por el acierto con una ponderación de 10 para el alumno con mayor acierto cayendo a 5 para acierto del 40% y de ahí a cero para el 0%.

Criterios de calificación: Se calificarán de cero a diez.

Momento y lugar: Se realizarán en clase, a través de Moodle o en el lugar que se indique anticipadamente, siempre en las fechas y horas que se avisarán con antelación.

PE3. Test sobre Notas Técnicas y Casos Prácticos **20%**

PE3.1. Test obligatorios sobre los bloques incluidos en el proyecto didáctico (20%)

Descripción: Las preguntas tipo test se referirán al contenido de las Notas Técnicas y Casos Prácticos disponibles en Moodle, y que es necesario estudiar para la realización del Proyecto Didáctico. El test lo realizará cada miembro del equipo didáctico sobre los contenidos específicos que le sean asignados.

Criterios de calificación: Cada test se calificará de cero a diez. La nota global de los test será la media de las calificaciones obtenidas por cada alumno. Una calificación inferior a 6 podrá conllevar una penalización en la nota de hasta 1 punto sobre la calificación final.

Momento y lugar: Los test se realizarán en el lugar, fecha y hora que se indiquen, y podrán ser telemáticos o presenciales.

PE3.2. Test optativos sobre Notas Técnicas y Casos Prácticos de los bloques no incluidos en el proyecto didáctico

Descripción: Opcionalmente se podrán realizar test sobre los bloques no incluidos en el proyecto didáctico. En caso de aprobar la asignatura, estos test optativos tendrán una bonificación sobre la nota final de hasta 2 puntos.

Criterios de calificación: Cada test se calificará de cero a diez. La nota global de los test será la media de las calificaciones obtenidas por cada alumno.

Momento y lugar: Los test se realizarán en el lugar, fecha y hora que se indiquen, y podrán ser telemáticos o presenciales.

PE4. Calificación por presentaciones y debates en clase y elaboración de rúbricas **15%**

Descripción: Los alumnos realizarán presentaciones en clase, que se discutirán con el profesor y resto de alumnos presentes. También elaborarán rúbricas sobre las presentaciones de otros equipos que les sean asignadas.

Criterios de calificación: Por todo ello recibirán una calificación global de cero a diez, la misma para todos los integrantes del equipo, en concepto de interdependencia positiva.

Momento y lugar: Presentaciones y su discusión en clase y rúbricas fuera del 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

Calificación final de la asignatura mediante evaluación progresiva

La calificación final será la obtenida como media ponderada de PE1 a PE4, siempre que la calificación en PE1 sea igual o mayor que cinco. Si la calificación es inferior a 5 la prueba PE1, la calificación final será suspenso.

7.2. Mediante "solo prueba final"

Descripción: El examen final constará de dos partes. Parte 1: test teórico-práctico o preguntas cortas, con un peso del 20% en la calificación global; Parte 2: uno o dos casos prácticos, con un peso del 80% en la calificación global.

Criterios de calificación: La Parte 1 recibirá una calificación de cero a diez y tendrá un peso del 20% en la calificación global de la asignatura, correspondiendo la calificación de cinco (5) a la correcta contestación del 80% de las cuestiones planteadas. La Parte 2 recibirá también una calificación de cero a diez y tendrá un peso del 80% en la calificación global de la asignatura. Para aprobar la asignatura es necesario obtener una calificación de al menos 5 en ambas partes del examen final.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. El examen podrá realizarse presencialmente o mediante medios telemáticos.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será la obtenida como media ponderada de las dos partes del examen final, siempre que la calificación obtenida en ambas partes 1 y 2 del examen final sea igual o mayor que cinco (5). Si la calificación es inferior a dicha nota en alguna de las partes del examen final, la calificación final será "suspenso".

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Introducción a las infraestructuras hidráulicas	
Tema 1. Marco y función de las infraestructuras hidráulicas. **1.1.** Papel de las infraestructuras hidráulicas. **1.2.** Usos del agua. **1.3.** Aprovechamientos hidráulicos y obras de defensa.	IL1
Tema 2. Tipología de infraestructuras hidráulicas. **2.1.** Concepto de regulación. **2.2.** Concepto de laminación. **2.3.** Esquema general de un aprovechamiento hidráulico. **2.4.** Tipología de aprovechamientos hidráulicos. **2.5.** Tipología de obras de defensa.	IL1
Capítulo II. Obras de regulación: presas y balsas	
Tema 3. Tipología de presas y de sus órganos de desagüe. **3.1.** Las presas en la antigüedad. **3.2.** Razón de ser de los distintos tipos de presas. **3.3.** Evolución histórica de la tipología de presas. **3.4.** Tipología y evolución histórica de los órganos de desagüe.	IL1, IL2
Tema 4. Presas de gravedad. **4.1.** Definición y funcionamiento estructural. **4.2.** Estabilidad y sección tipo.	IL1,IL2

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
4.3. Encaje en la cerrada y cimiento. **4.4.**Presas de hormigón vibrado y de hormigón compactado con rodillo. **4.5.**Construcción.	
Tema 5. Presas de materiales sueltos. **5.1**Conceptos generales y tipologías. **5.2**Estabilidad y sección tipo. **5.3.**Encaje en la cerrada y cimiento. **5.4.**Construcción.	IL1, IL2
Tema 6. Presas aligeradas y presas arco. **6.1.**Presas de contrafuertes. **6.2.**Presas de bóvedas múltiples. **6.3.**Presas arco.	IL1, IL2
Tema 7. Aliviaderos. **7.1**Tipología de aliviaderos. **7.2.**Embocadura. Capacidad de desagüe. Vertido frontal y lateral. **7.3.**Canal de descarga. Aliviaderos en túnel y en pozo. **7.4.**Cuencos de resalto hidráulico. Trampolines.	IL1, IL2
Tema 8. Desagües y tomas. **8.1.**Tipología y funciones de desagües y tomas. **8.2.**Esquema general de un desagüe de fondo. **8.3.**Esquema general de una toma de agua. **8.4.**Funcionamiento hidráulico.	IL1, IL2
Tema 9. Desvío del río **9.1.**Función. **9.2.**El binomio “capacidad de desagüe – costo”. **9.3.**Tipología de desvíos del río.	IL1, IL2
Tema 10. El cimiento y su tratamiento. **10.1.**Factores que determinan el comportamiento del cimiento. **10.2.**Tipos de cimiento según su origen geológico. **10.3.**Tratamientos del cimiento.	IL1, IL2
Tema 11. Recrecimientos y refuerzos. **11.1.**Recrecimiento de presas de gravedad. **11.2.**Recrecimiento de presas arco. **11.3.**Recrecimiento de presas de materiales sueltos. **11.4.**Refuerzo de presas.	IL1, IL2
Tema 12. Auscultación. **12.1.**Consideraciones generales. **12.2.**Auscultación de presas de gravedad. **12.3.**Auscultación de presas arco. **12.4.**Auscultación de presas de materiales sueltos. **12.5.**Auscultación de cimientos y laderas.	IL1, IL2
Tema 13. Balsas. **13.1.**Concepto de balsa. **13.2.**Encaje en el terreno y sección tipo.	IL1, IL2

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
13.3. Impermeabilización y drenaje.	
13.4.Órganos de desagüe.	
Capítulo III. Obras de transporte de agua: conducciones y canales	
Tema 14. Conducciones en presión.	IL1, IL2
14.1. Trazado, perfil longitudinal y diámetro.	
14.2. Sección tipo.	
14.3. Material y timbraje.	
14.4. Juntas.	
14.5.Válvulas y ventosas.	
14.6. Sifones.	
Tema 15. Impulsiones.	IL1, IL2
15.1. Esquema general, elementos y conceptos básicos.	
15.2. Tipología de bombas y criterios de selección.	
15.3. La estación de bombeo.	
15.4. Dimensionamiento óptimo.	
Tema 16. Canales.	IL1, IL2
16.1. Esquema general y elementos de un canal.	
16.2. Trazado y perfil longitudinal.	
16.3. Sección tipo.	
16.4. Elementos de regulación.	
16.5. Operación de un canal.	
Capítulo IV. Sistemas de infraestructuras hidráulicas	
Tema 17. Infraestructuras de regadío.	IL1, IL2
17.1. Esquema general, elementos y conceptos básicos.	
17.2. Tipos de riego.	
17.3. Determinación de caudales de riego.	
17.4. Diseño y operación de un sistema de regadío.	
Tema 18. Aprovechamientos hidroeléctricos.	IL1, IL2
18.1. Esquema general, elementos y conceptos básicos.	
18.2. Salto bruto, salto neto, potencia y producción hidroeléctrica.	
18.3. Tipología de aprovechamientos hidroeléctricos.	
18.4. Tipología de turbinas.	
18.5. Diseño y operación de aprovechamientos hidroeléctricos.	
Tema 19. Obras de defensa frente a avenidas.	IL1, IL2
19.1. Embalses de laminación.	
19.2. Encauzamientos.	
19.3. Acondicionamiento de cauces.	
Tema 20. Otros sistemas de infraestructuras hidráulicas.	IL1, IL2
20.1. Sistemas de abastecimiento a poblaciones e industria.	
20.2. Sistemas de corrección medioambiental.	
20.3. Infraestructuras hidráulicas de ocio.	
Capítulo V. Planificación y gestión	
Tema 21. Planificación hidráulica.	IL3
21.1. Objeto y ámbitos de la planificación hidráulica.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
21.2. La planificación hidráulica y el territorio.	
21.3. Criterios de planificación hidráulica.	
Tema 22. Gestión de recursos hidráulicos.	IL3
22.1. Explotación y mantenimiento.	
22.2. Gestión de la seguridad.	
22.3. Gestión medioambiental.	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

Las clases se dedicarán al aprendizaje de los Conocimientos Esenciales de la asignatura y a la discusión de presentaciones realizadas por los alumnos, agrupados en equipos de trabajo. Sobre los distintos temas de la asignatura se suministrará a los alumnos: a) Notas Técnicas; b) Casos Prácticos; c) Instrucciones y material complementario para la elaboración de un Proyecto Didáctico práctico. Con este material, cada equipo de trabajo elaborará un Proyecto Didáctico fuera del aula. Las presentaciones de clase realizadas a lo largo del curso por los alumnos versarán sobre su Proyecto Didáctico.

Parte de las clases, alrededor de la tercera parte, se dedicarán a la asimilación de los Conocimientos Esenciales y su aplicación a situaciones prácticas. Durante las clases los alumnos realizarán test intercalados en las explicaciones del profesor y se producirán discusiones sobre los temas tratados. La asistencia de todos los alumnos es obligatoria a estas clases.

El resto de las clases se dedicarán a la discusión de los avances de los Proyectos Didácticos. Por turnos, los equipos de trabajo irán presentando sus avances y se producirá una discusión sobre ello, dando el profesor “feedback” sobre el trabajo realizado. Por cada equipo de trabajo que presente habrá dos equipos de discusión que elaborarán una rúbrica con el resultado de la discusión y aportando ideas para la mejora del Proyecto Didáctico tratado. A estas clases será obligatoria únicamente la asistencia de los equipos que presentan y discuten.

Formación a distancia: En el caso de que la formación sea a distancia se suministrará mediante vídeos y documentos de cada tema a través de Moodle toda la información necesaria para la comprensión de los conceptos de la asignatura y la elaboración del proyecto de aprendizaje.

Clases prácticas:

Todas las clases serán teórico-prácticas, pero serán especialmente prácticas las clases dedicadas a la discusión de los proyectos didácticos.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Se realizarán unas prácticas de campo consistentes en un viaje de prácticas a distintas infraestructuras hidráulicas, de carácter voluntario.

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará de forma autónoma o colaborativa las “Notas técnicas” y los “Casos Prácticos” suministradas por adelantado.

Trabajos en grupo:

El Proyecto Didáctico asignado se realizará por equipos de trabajo.

Tutorías

En las horas y lugares indicados.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Notas técnicas y vídeos de casos prácticos de la asignatura, disponibles en Moodle.

Álvarez, A; Apuntes de proyecto y construcción de presas; ETS de Ingenieros de Caminos,Canales y Puertos; Universidad Politécnica de Madrid; 1981

Vallarino, E; Tratado básico de presas; Colección Seinor. Volumen 51. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Ed. Garceta; 2014.

Vallarino, E. y Cuesta; Aprovechamientos hidroeléctricos; Tomos I y II; 2000.

CEDEX; Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión; 2003.

Recursos Web:

http://www.icold-cigb.ne

http://www.spancold.es

http://www.seprem.es/

http://www.usbr.gov/

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Trabajo cooperativo en grupo	Horas
1	Presentación, Temas 1, 2, 3 3 h 15 min			Estudio temas 1, 2 y 3 1 h			4 h 15 min
2		Tema 2 2 h		Estudio tema 2 1 h	Caso examen 1 h 30 min	Act. grupo 1 h 15 min	5 h 45 min
3		Tema 4 y 10 2 h		Estudio temas 4 y 10 1 h	Caso examen y test 1 h 30 min	Act. grupo 45 min	5 h 15 min
4		Tema 14 2 h		Estudio tema 14 1 h	Caso examen 1 h 30 min	Act. grupo 1 h 15 min	5 h 45 min
5		Tema 5 2 h		Estudio tema 5 1 h	Caso examen 1 h 30 min	Act. grupo 1 h 15 min	5 h 45 min
6		Tema 16 2 h		Estudio tema 16 1 h	Caso examen y test 1 h 30 min	Act. grupo 45 min	5 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Trabajo cooperativo en grupo	Horas
7		Tema 7 2 h		Estudio tema 7 1 h	Caso examen 1 h 30 min	Act. grupo 1 h 15 min	5 h 45 min
8		Tema 15 2 h		Estudio tema 15 1 h	Caso examen 1 h 30 min	Act. grupo 1 h 15 min	5 h 45 min
9		Tema 18 2 h		Estudio tema 18 1 h	Caso examen y test 21h 30 min	Act. grupo 45 min	5 h 15 min
10		Tema 13 2 h		Estudio tema 13 1 h	Caso examen 1 h 30 min	Act. grupo 1 h 15 min	5 h 45 min
11		Temas 8 y 9 2 h		Estudio temas 8 y 9 1 h	Caso examen 1 h 30 min	Act. grupo 1 h 15 min	5 h 45 min
12		Temas 16 y 17 2 h		Estudio temas 16 y 17 1 h	Caso examen y test 1 h 30 min	Act. grupo 45 min	5 h 15 min
13	Tema 6 3 h 15 min			Estudio tema 6 1 h	Caso examen 1 h 30 min		5 h 45 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Trabajo cooperativo en grupo	Horas
14		Temas 11 y 12 2 h		Estudio temas 11 y 12 1 h	Caso examen 1 h 30 min	Act grupo 1 h 45 min	5 h 45 min
15	Temas 17 y 20 3 h 15 min			Estudio temas 17 y 20 1 h	Caso examen 1 h 30 min		5 h 45 min
16		Temas 19 y 21 2 h		Estudio temas 19 y 21 1 h	Caso examen 1 h 30 min	Act. grupo 45 min	5 h 45 min
17		Temas 22 2 h		Estudio temas 22 1 h	Caso examen y test 1 h 30 min	Act. grupo 45 min	5 h 15 min
Hasta el examen			Viaje prácticas (opcional)	Preparación del examen final 25 h	Examen final 2 h 45 min		6 h
Horas	**9 h 45 min**	**28 h**		**42 h**	**26 h 45 min**	**15 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 Civil y Medio Ambiente

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001307	3	Común de ing. civil	Común	Español

Nombre en inglés	Civil Engineering and Environment
Materia	Ingeniería Civil y Medio Ambiente
Departamento	Ingeniería del Transporte, Territorio y Urbanismo
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Sexto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Ana Belén Berrocal	Pte.	Todos	M y J (10:00-13:00)	Torre, 8ª	*anabelen.berrocal@upm.es*
Rosa María Arce Ruiz	Secr.	Todos	M, X y J (13:00-15:00)	Transyt 2ª planta	*rosa.arce.ruiz@upm.es*
Julio Alberto Soria Lara	Vocal	Todos	M y X (10:00-12:00)	Torre, 7ª	*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:

Módulo de formación básica

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM27.1	Capacidad para aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental.
CM44	Valoración de los efectos histórico, social, económico, ambiental, cultural, político y globalizador de las realizaciones de la ingeniería civil.
CT1	Compromiso y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad en las actuaciones profesionales
CT3	Capacidad de actuar con efectividad como miembro de equipos interdisciplinares

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental	CM27.1

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA2	Valora los efectos ambientales de las realizaciones de la ingeniería civil, asumiendo los principios de sostenibilidad e interdisciplinaridad.	CM44,CT1
RA3	Prepara y presenta exposiciones orales y escritas	CT3

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Si	Describe correctamente los factores ambientales y territoriales, caracterizando su calidad y contribución a la capacidad de acogida para las realizaciones de la ingeniería civil en casos concretos. Utiliza correctamente las fuentes de información para obtener y analizar datos relevantes. Describe correctamente las interrelaciones de factores, procesos y fenómenos ambientales y territoriales a diferentes escalas en casos específicos. Aplica herramientas de toma de decisiones, así como metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental a la evaluación de proyectos de ingeniería civil, así como a los planes territoriales, urbanísticos y sectoriales. Redacta un estudio completo de evaluación de impacto ambiental y un estudio ambiental estratégico.	RA1
IL2	Si	Describe y valora correctamente los efectos histórico, social, económico, ambiental, cultural, político y globalizador de los planes, programas y proyectos de la ingeniería civil en casos concretos. Describe y aplica las bases de la normativa territorial y ambiental española y europea.	RA2
IL3	Si	Identifica y aplica los principios de sostenibilidad en la propuesta y evaluación de alternativas de proyectos, planes y programas territoriales, urbanísticos y sectoriales, así como en la gestión de los mismos. Identifica correctamente y es capaz de elaborar indicadores de sostenibilidad de proyectos, planes, actividades territoriales, o instituciones y empresas.	RA1, RA2
IL4	No	Integra análisis y valoraciones individuales en el trabajo colectivo interdisciplinar para la resolución de problemas de índole territorial y transmite la información a un público generalista y especializado mediante comunicaciones orales, escritas y gráficas	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 a 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 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. Examen parcial **30%**

Descripción: Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico y/o práctico relativas a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha. La duración inferior a 2 horas.

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

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

PE3. Examen final **30% o 60%**

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 2 horas. La primera está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico correspondientes a los temas relativos al examen parcial. No están obligados a examinarse de esta primera parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 4 en el examen parcial. La realización de esta parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido en el examen parcial. La calificación de esta parte deberá ser igual o superior a 4 para que sus ejercicios sean considerados en la media del examen final.

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 examen parcial. Todos los alumnos deben examinarse de esta parte. La calificación de esta parte deberá ser igual o superior a 4 para que sus ejercicios sean considerados en la media 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, teniendo en cuenta que las notas obtenidas en cada parte del Examen final sean iguales o superiores a 4. 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 la segunda parte, el peso será del 30%.

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).

PE4. Trabajo de curso **30%**

Descripción: Los alumnos, organizados en grupos reducidos, realizarán un trabajo de curso. Las instrucciones y documentación necesarias para la realización y entrega del trabajo se incluirán en Moodle.

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

Momento y lugar: El trabajo lo realizarán los alumnos fuera de clase. Se entregará en la fecha que se anuncie en Moodle o en clase

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
PE5. Participación en el Blog PUMA	**0,8 ptos.**

Descripción: Los alumnos 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 del alumno. No se valorarán otros posts del mismo alumno. Este aumento en la nota final sólo será de aplicación para los alumnos que examinándose por evaluación continua hayan obtenido una nota final igual o superior a 4,5

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

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

- Para los alumnos que hayan aprobado el examen parcial: PE1 (10%), PE2 (30%), PE3 (30%) y PE4 (30%), siempre que la calificación de PE2, PE3 y PE4 no sea inferior a 4.

- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE1 (10%), PE3 (60%) y PE4 (30%), siempre que la calificación de PE3 y PE4 no sea inferior a 4.

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.

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

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Será el mismo examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua más el trabajo de curso

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

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será la media ponderada de la obtenida en el examen final (70%) y de la obtenida en el trabajo (30%). Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5, siempre que la calificación del examen final no sea inferior a 4.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores

	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Marco conceptual	
Tema 1. Introducción **1.1.** Introducción **1.2.** Marco conceptual **1.3.** Medio ambiente y territorio **1.4.** Desarrollo sostenible	IL1, IL3
Tema 2. El impacto ambiental en la ingeniería civil **2.1.** Concepto de impacto ambiental **2.2.** Caracterización y valoración de impactos. **2.3.** Indicadores de impacto **2.4.** La huella ecológica, la huella hídrica, la huella de carbono	IL2, IL3
Tema 3. Impactos significativos de las obras de ingeniería **3.1.** Infraestructuras lineales **3.2.** Obras en la costa **3.3.** Obras hidráulicas	IL2, IL3
Tema 4. El medio ambiente y el sistema territorial	IL1
Capítulo II. Marco legal. La Evaluación ambiental como herramienta de la política de prevención de impactos ambientales	
Tema 5. Marco legal de la Evaluación Ambiental **5.1.** El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental **5.2.** La Evaluación Ambiental Estratégica **5.3.** Indicadores para la evaluación ambiental	IL2
Capítulo III. La realización de Estudios de Impacto Ambiental	
Tema 6. Análisis del Proyecto **6.1.** Localización. **6.2.** Acciones del Proyecto **6.3.** Consumo de recursos, emisiones, vertidos y residuos **6.4.** Modelos de predicción	IL1, IL2
Tema 7. Inventario Ambiental **7.1.** Inventario Ambiental. Requerimientos legales del inventario **7.2.** El ámbito de referencia **7.3.** Los factores ambientales relevantes **7.4.** Realización del inventario **7.5.** Bases de datos, cartografía e información en Internet	IL1, IL2 IL3
Tema 8. Identificación y valoración de impactos **8.1.** Técnicas de identificación de impactos. Matrices, diagramas de relación causa-efecto y listas de revisión **8.2.** Valoración de Impactos. Metodología de valoración cuantitativa y cualitativa. Indicadores de Impacto Ambiental. Tipología. Elaboración de indicadores. Relación de indicadores.	IL2, IL3
Tema 9. Evaluación de alternativas para la selección de la más adecuada **9.1.** Evaluación unicriterio y Evaluación multicriterio **9.2.** Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental	IL1, IL2 IL3, IL4
Tema 10. Medidas correctoras. Restauración Ambiental **10.1.** Medidas protectoras, correctoras y compensatorias **10.2.** Proyectos de integración ambiental. Restauración Ambiental	IL1, IL2 IL4

Tema 11. Programa de Vigilancia Ambiental **11.1.** El papel y los agentes de la Vigilancia Ambiental. Programa de Vigilancia Ambiental **11.2.** Aspectos objeto de seguimiento. Indicadores de seguimiento **11.3.** Responsabilidades elaboración de informes	IL1, IL2 IL4
Tema 12. Los sistemas voluntarios **12.1.** Los Sistemas de Gestión Medioambiental **12.2.** Análisis de Ciclo de Vida **12.3.** Declaraciones Ambientales de Producto	IL2, IL3
Tema 13. Un caso de estudio: Índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad. Anejo 13 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE 08) **13.1.** Criterios generales aplicados a las estructuras de hormigón **13.2.** Método general de consideración de criterios de sostenibilidad **13.3.** Índice de sensibilidad medioambiental de la estructura de hormigón (ISMA) **13.4.** Índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad **13.5.** Comprobación de los criterios de contribución a la sostenibilidad	IL2, IL3

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución interactiva de casos 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 casos. El alumno trabajará individualmente o en equipo y, en ocasiones, se requerirá la exposición oral de los resultados de su trabajo.

Se valorará la participación activa en las clases prácticas.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se consideran necesarias prácticas adicionales en esta asignatura

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas y resolverá ejercicios que se propongan

Trabajo en grupo:

Algunos de los ejercicios a realizar en las clases prácticas se resolverán en grupo.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

ARCE RUIZ, R. M. (2013); *La Evaluación Ambiental en la Ingeniería Civil. Ed. Paraninfo*

BERROCAL MENÁRGUEZ, A. B.; MOLINA HOLGADO, P. & ARENILLAS PARRA, M. Los efectos ambientales del proceso de desalobración. III Congreso de Ingeniería Civil, territorio y Medio Ambiente. 2006.

http://www.ciccp.es/biblio_digital/Icitema_III/congreso/pdf/010502.pdf

CARRASCO, M.J. y ENRÍQUEZ DE SALAMANCA, A. (2011). *Evaluación de impacto ambiental de infraestructuras. Redacción y tramitación de documentos*. Ed. AENOR 2000

GARMENDÍA SALVADOR, A. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Pearson Alhambra

GOMEZ OREA, D. (2010); *Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. Ed. Mundi Prensa

GOMEZ OREA, D. (2007); *Evaluación Ambiental Estratégica. Un instrumento para integrar el medio ambiente en la elaboración de planes y programa*s. Ed. Mundiprensa

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE 08)

http:// *www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/062AC289-2497-44AB-8F8F-939C54A19BCF/37441/Anejo 13 borde.pdf*

OÑATE PEREIRA, D., SUÁREZ, F., RODRÍGUEZ, J., CACHÓN, J. (2002) *Evaluación Ambiental Estratégica: La Evaluación Ambiental de Políticas, Planes y Programas*. Ed. Mundiprensa

VARIOS AUTORES. Varios años. Guías *Metodológicas para la realización de Estudios de Impacto Ambiental. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*

Bibliografía complementaria:

Recursos Web:

Aplicación en 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	Tema 1 2 h 10 min			Estudio de los Temas 1 y 2 2 h 20 min			4 h 30 min
2	Tema 3 2 h 10 min			Estudio Tema 3 2 h 20 min			4 h 30 min
3	Tema 3 (continuación) 1 h y 05 min	Ejercicios Tema 3 1 h 05 min		Estudio Tema 3 (cont.) y ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
4	Tema 4 1 h y 05 min	Ejercicios Tema 4 1 h 05 min		Estudio Tema 4 y ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
5	Tema 5 2 h 10 min			Estudio Tema 5 3 h 20 min			5 h 30 min
6	Tema 5 1 h 05 min	Ejercicios Tema 5 1 h 05 min		Estudio Tema 5 y ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
7	Tema 6 (continuación) 1 h 05 min	Ejercicios Tema 6 1 h 05 min		Estudio Tema 6 (cont) y ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
8	Temas 7 y 8 1 h 05 min	Ejercicios Temas 7 y 8 1 h 05 min		Estudio Temas 7 y 8 y ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
9				Preparación primer parcial 5 h	Primer Parcial 1 h		6 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10							
11	Tema 9 1 h y 05 min	Ejercicios Tema 9 1 h y 05 min		Estudio Tema 9 y ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
12	Tema 9 1 h y 05 min	Ejercicios Tema 10 1 h y 05 min		Estudio Tema 9 y ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
13							
14	Tema 10 1 h 05 min	Ejercicios Tema 10 1 h 05 min		Estudio Tema 10 y ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
15	Tema 11 1 h 05 min	Ejercicios Tema 11 1 h 05 min		Estudios Tema 11 y ejercicios 2 h 20 min			4 h 30 min
16	Tema 12 1 h 05 min	Ejercicios Tema 12 1 h 05 min		Estudio Tema 12 y ejercicios 3 h 10 min			5 h 15 min
17	Tema 13 2 h 10 min			Estudio Tema 13 2 h 20 min			4 h 30 min
Hasta el examen				Preparación del examen final 7 h 30 min	Examen final 2 h 45 min		10 h 15 min
Horas	**18 h 20 min**	**11 h 55 min**		**47 h**	**3 h 45 min**		**81 h**

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

Ingeniería Sanitaria

Nota:*Bajo la denominación de Ingeniería Sanitaria aparecen en el Plan de Estudios dos materias diferentes:*

Ingeniería Sanitaria para la Especialidad de Construcciones Civiles

Ingeniería Sanitaria para la Especialidad de Hidrología

Las competencias asignadas a estas dos materias son idénticas en su redacción según la Orden CIN/307/2009 (BOE de18 de febrero). No obstante, la ANECA entiende que estas competencias deben ser matizadas en el contexto de cada especialidad. Por ello, a los efectos del plan de estudios, es necesario separar la Ingeniería Sanitaria en dos materias diferentes, una para la especialidad de Construcciones Civiles (CC) y otra para la especialidad de Hidrología (H). El temario formalmente es el mismo, si bien cada tema será debidamente matizado en el contexto de cada especialidad.

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001309	4,5	Tecnológica Específica (menciones CC y H) Tecnológica Complementaria (mención TSU)	Común	Español

Nombre en inglés	Sanitary Engineering
Materia	Ingeniería Sanitaria
Departamento	Ingeniería Civil: Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Sexto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Aurelio Hernández Lehmann	Pte	A o B	L (14:00 a 16:00) X (14:00 a 16:00)	Lab. Ing. Sanitaria	*aurelio.hernandez@upm.es*
Isabel del Castillo González	Secr.	A o B	M y J (9:00 a 12:00)	Lab. Ing. Sanitaria	*isabel.delcastillo@upm.es*
Paola Bianucci		A o B	X (11:00 a 13:00) V (11:00 a 13:00)	Lab. Ing. Sanitaria	*paola.bianucci@upm.es*
Stefanos Giannakis		A o B	M y J (9:00 a 12:00)	Lab. Ing. Sanitaria	*stefanos.giannakis@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:

Módulo de formación básica, Materiales de construcción, Resistencia de materiales, Hidráulica e hidrología

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM 36.1	Conocimiento y comprensión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento, así como de su cálculo, dimensionamiento, construcción y conservación.
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil.
CT1	Compromiso y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad en las actuaciones profesionales.
CT9	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
RA49	Dimensiona sistemas de abastecimiento y saneamiento	CM36.1 y CT9
RA50	Organiza y controla la construcción y conservación de sistemas de abastecimiento y saneamiento	CM36.1 y CT9
RA51	Aplica los métodos experimentales de caracterización empleados en sistemas de abastecimiento y saneamiento	CM36.1 y CT9
RA52	Asume los principios de incertidumbre y riesgo de las obras públicas en sistemas de abastecimiento y saneamiento	CM45 y CT1

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Resuelve los problemas de dimensionamiento de los sistemas de abastecimiento, tratamiento de aguas, saneamiento y depuración de aguas residuales	RA49
IL2	No	Resuelve, organiza y dimensiona a nivel estructural los sistemas de abastecimiento, tratamiento de aguas, saneamiento y depuración de aguas residuales, atendiendo a los criterios de construcción, conservación y mantenimiento.	RA50
IL3	No	Utiliza los métodos experimentales de caracterización de aguas potables y residuales para abastecimiento, tratamiento, saneamiento y depuración	RA51
IL4	No	Realiza el análisis crítico y optimización económica de las obras de abastecimiento, tratamiento, saneamiento y depuración en sus aspectos constructivos y de ejecución, mantenimiento y conservación.	RA49, RA50 y RA51

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 cuestiones y problemas en 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, así como en la resolución y participación activa en clase.

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. Prácticas de laboratorio **10%**

Descripción: Serán realizadas por el estudiante en grupo con ayuda de un profesor que explicará brevemente su fundamento, finalidad y metodología.

Criterios de calificación: El alumno deberá asistir a todas las prácticas propuestas y deberá presentar un informe de laboratorio de cada práctica que se valorará de 0 a 10. Igualmente se realizará un test online sobre el contenido de las prácticas. La calificación de esta prueba será la media ponderada de las notas obtenidas en los informes y el test online. Será necesario obtener una calificación igual o superior a 5 para aprobar la asignatura sin necesidad de examinarse de esta parte en el examen final.

Momento y lugar: Se realizarán a lo largo del curso, en grupos pequeños, fuera del horario ordinario de clases.

PE3. Primer Examen parcial **20%**

Descripción: Consiste en un examen sobre la materia tratada en los temas 1 al 5, formado por ejercicios de teoría, teórico – prácticos y/o problemas cortos y tendrá una duración aproximada de 1 – 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 será la media ponderada de todos los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios

PE4. Segundo Examen parcial **40%**

Descripción: Consiste en un examen sobre la materia tratada en los temas 6 al 15, formado por ejercicios de teoría, teórico – prácticos y/o problemas cortos y tendrá una duración aproximada de 2 – 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 será la media ponderada de todos los ejercicios.

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
PE5. Examen final	**20% o 80%**

Descripción: Constará de tres partes. La primera y segunda, correspondientes a los temas 1 a 5 y 6 a 15, respectivamente, sólo la deben realizar los alumnos que hayan obtenido una calificación inferior a 4 en el correspondiente examen parcial, así como aquellos alumnos que quieran mejorar su calificación. La tercera parte la realizarán todos los alumnos y tratará sobre los contenidos de los temas 16 al 20. Cada una de estas tres partes constará de ejercicios de teoría, teórico – prácticos y/o problemas cortos. La duración total del examen será de unas 3,5 - 4 horas. En caso de ser necesario, la evaluación se realizará mediante modalidad online.

Además, se considerará una cuarta parte correspondiente a las prácticas de laboratorio y deberán realizarla los alumnos que hayan obtenido una calificación inferior a 5 en PE2.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de las tres primeras partes será la media ponderada de sus ejercicios respectivos. La calificación de la parte correspondiente a las prácticas de laboratorio será “apto” o “no apto” y no tiene peso alguno en la calificación del examen final.

Para los alumnos que realicen las tres partes, el examen final cuenta por el 80% en la calificación final, y para los que realicen sólo la tercera parte contará por 20%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización primero se realizará el examen correspondiente a la tercera parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizarán los exámenes correspondientes a la primera y/o segunda parte y, posteriormente a la parte relativa a las prácticas de laboratorio

Calificación final de la asignatura mediante evaluación progresiva

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

- Para los alumnos que no realicen la primera y/o segunda parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (10%), PE3 (20%), PE4 (40%) y PE5 (20%).
- Para los alumnos que realicen la primera, segunda y tercera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (10%) y PE5 (80%).
- Para todos los alumnos, la calificación que habría obtenido el alumno mediante el método de evaluación “global” descrito a continuación. A estos efectos, para los alumnos que no hayan realizado la primera o segunda parte del examen final, se utilizará para calificar esta parte su nota en el examen parcial.

Para superar la asignatura se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Obtener una calificación mínima de 4 (sobre 10) en la nota de los exámenes PE3, PE4 y PE5
- Obtener una calificación final igual o superior a 5
- Obtener una calificación mínima de 5 en PE2 (prácticas de laboratorio) o un “apto” en esta parte del examen final.

7.2. Mediante evaluación “global”

Descripción: Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo (formado por tres partes: PE3, PE4 y PE5) que se ha descrito para evaluación progresiva. 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 las tres partes del examen será la media ponderada de sus ejercicios respectivos. La calificación de la parte correspondiente a las prácticas de laboratorio será “apto” o “no apto” y no tiene peso alguno en la calificación del examen final.

Momento y lugar: Las fechas las determina 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 global" Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación media de las tres partes final igual o superior a 5, así como haber obtenido un "apto" en la parte correspondiente a las prácticas de laboratorio.	

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I Tratamiento de potabilización de agua para abastecimiento	
Tema 1. Necesidades de agua. Recursos hidráulicos para abastecimiento. Normativa sobre calidad de aguas	IL3
Tema 2. Tratamiento de aguas. Condicionantes de diseño de ETAP´s	IL1,IL2 IL3,IL4
Tema 3. Esquemas generales de tratamiento	IL1,IL2 IL3,IL4
Tema 4. Principales procesos de tratamiento **4.1.** Coagulación-Floculación **4.2.** Sedimentación **4.3.** Filtración. **4.4.** Desinfección. **4.5.** Aspectos constructivos y equipamientos complementarios utilizados en las cámaras de mezcla, decantadores y filtros **4.6.** Tipos de bombas para el transporte de aguas en una ETAP. Materiales e hidráulica de principales instalaciones: tanques de mezcla y floculación, decantadores y filtros. Mantenimiento y limpieza de las mismas	IL1,IL2 IL3,IL4
Capítulo II Captaciones y conducciones de agua. Depósitos de almacenamiento y redes de distribución	
Tema 5. Captaciones **5.1.** Captaciones de agua superficial. Instalaciones **5.2.** Captaciones de agua subterránea **5.3.** Diseño y cálculo de pozos **5.4.** Normativa relacionada	IL1,IL2, IL4
Tema 6. Proyecto de conducciones	IL1,IL2, IL4
Tema 7. Depósitos de regulación	IL1,IL2, IL4
Tema 8. Redes de distribución **8.1.** Trazado, diseño y construcción de redes de distribución. Conductos, accesorios y elementos complementarios en las redes de distribución **8.2.** Determinación de caudales de cálculo **8.3.** Dimensionado de redes abiertas **8.4.** Dimensionado de redes malladas **8.5.** Normativa relacionada	IL1,IL2, IL4
Capítulo III Saneamiento de aguas residuales	
Tema 9. Sistemas de evacuación de aguas residuales. Tipos de redes de saneamiento.	IL1,IL2, IL4
Tema 10. Características de de las redes de alcantarillado. Instalaciones complementarias. Normativa relacionada.	IL1,IL2, IL4
Tema 11. Caudales de aguas negras. Caudales de escorrentía superficial.	IL1,IL3
Tema 12. Régimen hidráulico de un colector. Diseño de colectores	IL1,IL2, IL4
Tema 13. Diseño de otras instalaciones de la red	IL1,IL2, IL4

Tema 14. Materiales para la construcción de alcantarillas y colectores. Juntas. Normativa relacionada.	IL1,IL2, IL4
Tema 15. Construcción de colectores y redes de alcantarillado. Gestión y explotación del servicio.	IL1,IL2, IL4
Capítulo IV. Depuración de aguas residuales	
Tema 16. Las aguas residuales: Cargas contaminantes y problemas de contaminación. Depuración, esquema de proceso y rendimientos. Normativa legal: Directiva 91/271	IL1,IL3
Tema 17. Pretratamiento. **17.1.** Rejillas y tamices **17.2.** Teoría de la decantación de partículas discretas y de la flotación. Desarenado-desengrasado.	IL1,IL2, IL4
Tema 18. Tratamiento primario **18.1.** Teoría de la decantación de partículas indiscriminadas. Decantación primaria **18.2.** Tipos de decantadores. Parámetros de diseño de la decantación **18.3.** Procesos químicos	IL1,IL2, IL4
Tema 19. Tratamiento. **19.1.** Teoría de la depuración biológica. Fangos activos: Fundamentos. **19.2.** Esquemas funcionales y tipos de reactores en el proceso de fangos activos. Teoría de la decantación de partículas floculadas. Diseño de decantadores secundarios de fangos activos. **19.3.** Parámetros de diseño de fangos activos **19.4.** Decantación secundaria. **19.5.** Eliminación de nutrientes. Nitrificación y desnitrificación. Eliminación de fósforo **19.6.** Aspectos constructivos y de diseño en principales elementos de la línea de agua: desarenador-desengrasador, decantadores y reactores biológicos. Equipamientos complementarios.	IL1,IL2 IL3,IL4
Tema 20. Tratamiento de fangos **20.1.** Producción de fangos. Espesamiento. Digestión aerobia **20.2.** Digestión anaerobia. Deshidratación de fangos **20.3.** Aspectos constructivos y de diseño en espesadores y digestores. Equipamientos complementarios **20.4.** Tipos de bombas para el transporte de sólidos. Materiales e hidráulica de las conducciones y de los principales tanques de la línea de fango (espesadores y digestores). Mantenimiento y limpieza	IL1,IL2 IL3,IL4
Capítulo IV. Prácticas de Laboratorio	
Tema 21. Prácticas de laboratorio. **21.1.** Ensayos de tratamiento de aguas: Coagulación-Floculación **21.2.** Ensayos de tratamiento de aguas: Desinfección **21.3.** Análisis de DQO, DBO_5 y sólidos en aguas residuales urbanas. Interpretación **21.4.** Análisis de compuestos de nitrógeno y fósforo en aguas residuales urbanas. Interpretación	

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 abastecimiento, tratamiento, saneamiento y depuración de aguas residuales, 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 una amplia variedad de casos, cálculo de captaciones superficiales y profundas, redes de saneamiento y diferentes etapas de los procesos de tratamiento de aguas potables y depuración de aguas residuales. 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:

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 parámetros que definen la calidad de aguas de abastecimiento y permiten caracterizar las aguas residuales. El alumno dispondrá de un protocolo de la práctica que deberá completar, rellenar y entregar al finalizar la misma.

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:

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:

AEAS, Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. Suministro de agua potable y saneamiento en España (2008). IX Encuestas nacional. (www.aeas.es)

Cortacáns Torre, J.A. *"Eliminación biológica de nutrientes*." Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 3ª Edición de 2010

Hernández Lehmann, A. Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales. Ed. Servicio de publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos. 1999

Hernández Muñoz, A. Abastecimiento y distribución de agua. Colección Seinor nº 6. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Hernández Muñoz, A. Saneamiento y alcantarillado. Vertidos residuales. Colección Seinor nº 7. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Hernández Muñoz, A. Depuración y desinfección de las aguas residuales. Colección Seinor nº 9. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering. Treatment and reuse. 4º Edición. McGraw-Hill. 2003

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 3 h 15 min			Estudio temas 1, 2, y 3 4 h			7 h 15 min
2	Temas 2, 3, y 4 3 h 15 min			Estudio del tema 4 4 h			7 h 15 min
3	Temas 4, 5 y 6 2 h 10 min	Tema 4 1 h 05 min		Estudio temas 5, 6 y 7 4 h			7 h 15 min
4	Temas 7 y 8 2 h 10 min	Tema 8 1 h 05 min		Estudio del tema 8 4 h			7 h 15 min
5	Temas 8, 9 y 10 2 h 10 min	Tema 8 1 h 05 min		Estudio temas 8, 9 y 10 4 h			7 h 15 min
6	Tema 11 y 12 2 h 10 min	Tema 11 1 h 05 min		Estudio temas 11 y 12 4 h			7 h 15 min
7	Temas 13 1h 05 min	Tema 12 y 13 2 h 10 min		Estudio temas 12 y 13 4 h			7 h 15 min
8	Temas 14, 15 y 16 3 h 15 min			Estudio del tema 14, 15 y 16 4 h			7 h 15 min
9							

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10				Preparación primera prueba parcial	Primera prueba parcial		9 h
11	Tema 17, 18 y 19 3 h 15 min			Estudio temas 17, 18 y 19 4 h			7 h 15 min
12	Tema 19 3 h 15 min			Estudio tema19 4 h			7 h 15 min
13	Tema 19 1 h 05 min	Tema 19 2 h 10 min		Estudio del tema 19 4 h			7 h 15 min
14	Tema 20 1 h 05 min	Tema 19 2 h 10 min		Estudio del tema 19 y 20 4 h			7 h 15 min
15	Tema 20 1 h 05 min	Tema 20 2 h 10 min		Estudio del tema 20 4 h			7 h 15 min
16				Preparación examen final 4 h 15 min			4 h 15 min
Fuera de horario			4 prácticas de 1 h 15 min cada una				5 h
Hasta el examen				Preparación examen final 6 h	Examen final 3 h		9 h
Horas	**29 h 15 min**	**13 h**	**5 h**	**62 h 15 min**	**6 h**		**121 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

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

2. Las clases de laboratorio se realizarán en grupos pequeños. Cada alumno recibirá 4 sesiones de 1 h 15 min cada una, fuera del horario ordinario de clases.

3. Las clases terminan una semana antes del final del curso para compensar las horas de clases de laboratorio.

Obras Marítimas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
45001308	4,5	Tecnología específica (mención CC) Tecnología complementaria (menciones H y TSU)	Común	Español

Nombre en inglés	Maritime Works
Materia	Obras Marítimas
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Sexto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Negro Valdecantos, Vicente	Pte	Todos	X, J y V (9:00- 10:30)	Lab. Puertos	*vicente.negro@upm.es*
López Gutiérrez, José Santos	Secr.	Todos	X, J y V (9:00- 10:30)	Lab. Puertos	*josesantos.lopez@upm.es*
Fernández Carrasco, Pedro	Vocal	Todos	J y V (10:30-13:30)	Lab. Puertos	*pedro.fernandez@upm.es*
Esteban Pérez, María Dolores		Todos	L y X (16:30-19:30)	Lab. Puertos	*Mariadolores.esteban@upm.es*
Moreno Blasco, Luis Juan		Todos	L y 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:

Módulo de formación básica, Materiales de construcción, Resistencia de materiales, Hidráulica e Hidrología

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CM31.1	Capacidad para construcción y conservación de obras marítimas
CM31.2	Comprensión de la interrelación entre el clima – viento – oleaje - costa y de los condicionantes que se imponen a las obras marítimas
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil
CT1	Compromiso y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad en las actuaciones profesionales

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Explica la interrelación clima – viento – oleaje – costa y los condicionantes que imponen a las obras marítimas	CM31.2. CT1
RA2	Organiza y controla la construcción y conservación de Obras Marítimas	CM31.1
RA3	Asume los principios de incertidumbre y riesgo de las Obras Marítimas	CM45, CT1

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Resuelve los problemas de climatología aplicada y acciones sobre las estructuras marinas, tanto de viento de diseño como de descriptores de oleaje y otras variables ambientales siguiendo los criterios de las recomendaciones para obras marítimas.	RA1
IL2	No	Resuelve, organiza y diseña a nivel estructural las distintas tipologías de obras marítimas, exteriores, interiores, auxiliares y de servicio al buque, atendiendo a los criterios de construcción, conservación y mantenimiento.	RA2
IL3	No	Realiza el análisis crítico mediante teoría de riesgo, probabilidad de fallo y principios de incertidumbre junto con la optimización económica de las obras marítimas en sus aspectos constructivos y de ejecución, mantenimiento y conservación.	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. Participación en la resolución interactiva de ejercicios, problemas, prácticas de laboratorio, prácticas de clase y seminarios — **0% o 10%**

Descripción. Consiste en una serie de ejercicios que se realizarán en el aula de clase, visitas a Centros de Investigación, asistencia a viajes de prácticas (en su caso), seminarios, conferencias, entre otras actividades.

Criterios de calificación. Cada actividad se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de las calificaciones obtenida en las actividades.

Momento y lugar. Los ejercicios de clase se plantearán sin previo aviso y se realizarán en el aula de clase. Las demás actividades se realizarán en fechas prefijadas.

PE2. Realización de trabajos de investigación, bien individuales o en grupo, y análisis de casos reales de estudio — **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 el 20%, si bien, en caso de no realizarse la PE1, el peso aumentará al 30%.

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

PE3. Examen parcial **35%**

Descripción. Consistirá en un examen de 2 a 4 ejercicios, uno de teoría, otro teórico–práctico o de preguntas cortas y un problema o varios problemas cortos, sobre los temas 1 al 6 y 10 y 11, según los viajes de prácticas y la Semana Santa. La duración del examen será de unas 2 horas.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se calificará entre 0 y 10 puntos. La calificación del examen parcial 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 obtener 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 la Jefatura de Estudios.

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

Descripción: Constará de dos partes. La primera parte, correspondiente a los temas 1 a 6, 10 y 11, la deben realizará los alumnos los alumnos que hayan suspendido el examen parcial, así como aquellos alumnos que quieran mejorar su calificación. La segunda parte, correspondiente a los temas 7 a 12, la realizarán todos los alumnos.

Cada parte constará de 2 a 4 ejercicios de teoría, teórico–prácticos y problemas cortos. La duración del examen completo será de unas 4 horas.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación del examen 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 final no será superior a 4.

Para los alumnos que realicen las dos partes el examen final cuenta por el 70% de la calificación final, y para los que realicen sólo la segunda parte cuenta por el 35%.

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.

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 (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.
- Para los alumnos que realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en 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 de la asignatura no será superior a 4.
- 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 la primera parte del examen final, se utilizará para calificar esta parte su nota en el examen parcial.

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

7.2. Mediante "sólo prueba final"

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

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de sus ejercicios respectivos, excepto para los alumnos que hayan obtenido una nota inferior a 3 en cualquiera de los ejercicios del examen, en cuyo caso la calificación final de la asignatura no será superior a 4.

Momento y lugar: Las fechas las determina 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 de la asignatura será la obtenida directamente en el examen final. Para superar la asignatura la calificación final deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. El medio físico y el medio marino	
Tema 1. Introducción y conceptos generales **1.1.** El hombre en su interacción con el mar: los puertos, la costa y sus asentamientos **1.2.** El medio marino: los océanos, la atmósfera y los continentes. El planeta **1.3.** Interacciones atmósfera – océano. El clima. El clima marítimo **1.4.** Interacciones océanos – continentes. La dinámica y los procesos litorales **1.5.** Tipología de obras marítimas y portuarias	IL1, IL2,IL3
Capítulo II. Factores básicos de diseño	
Tema 2. El buque y la mercancía **2.1.** Las rutas de navegación y el comercio marítimo **2.2.** La mercancía. Volúmenes, especialización y transferencia **2.3.** El buque como flotador. Geometría, movimientos y comportamiento **2.4.** El flotador según las Recomendaciones para Obras Marítimas, ROM	IL1, IL2,IL3
Tema 3. El Clima. Atmósfera e Hidrosfera. Climatología marina aplicada **3.1.** La circulación atmosférica. El viento **3.2.** Tipos de viento en atmósfera libre. Geostrófico y bárico **3.3.** Recomendaciones para Obras Marítimas. ROM 0.4/95. Viento **3.4.** Estadística media y de extremos. Viento ráfaga. Viento de proyecto	IL1, IL2,IL3
Tema 4. Descriptores de oleaje. Caracterización media y de extremos **4.1.** Teoría geométrica – estadística de Longuet – Higgins **4.2.** Distribuciones discretas y continuas notables **4.3.** Concepto de régimen de oleaje y de temporales **4.4.** Análisis de las diferentes fuentes de datos de clima marítimo	IL1, IL2,IL3
Tema 5. Los niveles del mar y las variaciones del nivel medio. Convergencia con el oleaje **5.1.** Niveles del mar y nivel medio del mar **5.2.** Marea astronómica y otras fluctuaciones periódicas **5.3.** Marea meteorológica y otras variaciones de origen climático **5.4.** Propagación y transformación del oleaje: refracción, difracción y rotura. **5.5.** Efectos de la rotura del oleaje sobre las costas: erosión y transporte de sedimento.	IL1, IL2,IL3
Tema 6. Fiabilidad de obras marítimas. Riesgo y condiciones de diseño **6.1.** La influencia del terreno. ROM 0.5/2005 y ROM 3.1/99. **6.2.** Teoría de riesgo y probabilidad de fallo, ROM 0.2, ROM 0.0. ROM 2.0. **6.3.** Aplicación de los principios de óptimo económico, incertidumbre y riesgo.	IL1, IL2,IL3
Capítulo III Los Puertos. Puerto – ciudad. Puerto - costa	

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
Tema 7. El puerto. Necesidades de transbordo y abrigo **7.1.** Razón y ser del puerto. Evolución **7.2.** Funciones de las obras portuarias: de abrigo, de transbordo, de servicio al buque, en mar abierto **7.3.** Naturaleza de las obras portuarias: a) fijas y flotantes. b) continuos o discontinuas **7.4.** Localización de las obras portuarias: exteriores e interiores **7.5.** Relación puerto - ciudad	IL1, IL2,IL3
Tema 8. Obras Marítimas Exteriores de abrigo **8.1.** Diseño estructural de diques en talud **8.2.** Diseño estructural de diques verticales **8.3.** Diseño estructural de diques mixtos **8.4.** Construcción y conservación de obras marítimas exteriores **8.5.** Las obras exteriores y sus efectos en las costas	IL1, IL2,IL3
Tema 9. Obras Marítimas Interiores de atraque y amarre **9.1.** Estructuras de atraque y amarre. **9.2.** Muelles, duques de alba y pantalanes **9.3.** Obras de servicio al buque. Varaderos, astilleros, gradas, boyas **9.4.** Obras flotantes. **9.5.** Construcción y conservación de obras marítimas interiores	IL1, IL2,IL3
Tema 10. Dinámica costera. Los impactos en la costa **10.1.** Tipos de costas **10.2.** Morfología. Paisajes acantilados y formas costeras rocosas **10.3.** Costas sedimentarias. Efectos del oleaje sobre las costas arenosas **10.4.** Transporte sólido y equilibrio longitudinal **10.5.** Forma en planta y perfil **10.6.** Clasificación de las formas costeras	IL1, IL2,IL3
Tema 11. Paisaje costero construido. Ingeniería de Costas y Ordenación litoral **11.1.** Obras de defensa de costas. Tipología y diseño estructural **11.2.** Regeneración de playas. Soluciones blandas **11.3.** Legislación ambiental y costera **11.4.** Obras de protección y lucha contra la erosión **11.5.** Obras de encauzamiento **11.6.** Construcción y conservación de las obras costeras. **11.7.** Desarrollo sostenible y gestión integral de costas	IL1, IL2,IL3
Tema 12. Las obras marítimas y la energía del mar **12.1.** Energías marinas. Recursos: viento, oleaje, marea y corriente **12.2.** Obras para el aprovechamiento de la energía **12.3.** Obras de defensa de costas. Tipología y diseño estructural **12.4.** Obras marítimas de soporte; emisarios, tomas de agua, desalación	IL1, IL2,IL3

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos, 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 de las acciones climáticas y sus aplicaciones al diseño estructuras de las obras marítimas, así como, para su ejecución y conservación y mantenimiento.

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, viento de diseño, ROM 0.4/95, carácter de la obra, teoría de riesgo y de probabilidad de fallo, descriptores de oleaje, teoría de distribuciones y regímenes, propagación de oleaje, rotura por fondo y forma, diseño estructuras de diques y muelles, entre otros aspectos. 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.

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 pate de éste. Se plantea como objetivo el análisis de los factores de escala y semejanza, la generación de oleaje y el comportamiento de la sobras ante las acciones incidentes. El alumno dispondrá de un protocolo de la práctica que deberá completar, rellenar y entregar al finalizar la misma

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, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas. Se realizarán también tutorías por vídeo llamada empleando los medios telemáticos anteriormente citados.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

DÍEZ GONZÁLEZ, J. (1996). *Guía Física de España. Las Costas*. Alianza Editorial.

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

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.

Goda, Y. (2001). *Random seas and design of maritime structures*. Tokyo Press. Yokohama University.

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

NEGRO, V. et al. (2008). *Diseño de Diques rompeolas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Seinor Número 28

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

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: Atas 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 en Obras de atraque y amarre (ROM 2.0-11)

Recomendaciones para Obras Marítimas (2019). *Recomendaciones para el proyecto de Construcción de Diques de Abrigo.* Organismo Público Puertos del Estado.ROM 1.1/18.

Manual para el diseño y la ejecución de cajones flotantes de hormigón armado para obras portuarias (2006). Organismo Público Puertos del Estado.2006.

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 978-84-1728-943-0.2019.

Ley 22/88 de 28 de Julio de Costas y Reglamento de Desarrollo y Ejecución de la citada Ley. 1989 y 1992

Ley 2/2013 de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/88 de 28 de julio de Costas.

Real Decreto Legislativo 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 del Estado y de la Marina Mercante.

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.

SUÁREZ BORES, P. (1978). *Formas costeras*. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones de Alumnos. Universidad Politécnica de Madrid

NEGRO VALDECANTOS, V.; LÓPEZ GUTIÉRREZ, J.S. y ESTEBAN PÉREZ, M.D. (2014). *Problemas resueltos de Obras Marítimas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Garceta grupo 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 Seinor Número 39

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

Recursos Web:

Aplicación en Moddle.

Equipamiento específico:

Biblioteca del Grupo de Investigación 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 10 min	Tema 1 1 h 05 min		Estudio personal 1 h 45 min			5 h
2	Tema 2 2 h 10 min	Tema 2 1 h 05 min		Estudio personal 2h 15 min			5 h 30 min
3	Tema 3 2 h 10 min	Tema 3 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 45 min			7 h
4	Tema 4 2 h 10 min	Tema 4 1 h 05 min		Estudio personal 4 h			7 h 15 min
5	Tema 5 2 h 10 min	Tema 5 1 h 05 min		Estudio personal 4 h			7 h 15 min
6	Tema 6 2 h 10 min	Tema 6 1 h 05 min		Estudio personal 4h			7 h 15 min
7	Repaso 2 h 10 min	Repaso 1 h 05 min		Estudio personal 5 h 30 min			8 h 45 min
8	Tema 7 2 h 10 min	Tema 7 1 h 05 min		Estudio personal 2 h 45 min			6 h
9							
10				Estudio personal 2 h 15 min	Prueba de temas 1 a 6 2 h 30 min		4 h 45 min
11	Tema 8 2 h 10 min	Tema 8 1 h 05 min		Estudio personal 4 h 15 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
12	Tema 9 2 h 10 min	Tema 9 1 h 05 min		Estudio personal 4 h 15 min			7 h 30 min
13	Tema 10 2 h 10 min	Tema 10 1 h 05 min		Estudio personal 4 h			7h 15 min
14	Tema 11 2 h 10 min	Tema 11 1 h 05 min		Estudio personal 4 h 15 min			7 h 30 min
15	Tema 12 2 h 10 min	Tema 12 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 15 min			6 h 30 min
16	Repaso 2 h 10min	Repaso 1 h 05 min		Estudio personal y preparación prueba 5 h 30 min			8 h 45 min
17	Repaso 2 h 10min	Repaso 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación prueba 7 h	Examen final 4 h		11 h
Horas	**32 h 30 min**	**16 h 15 min**		**66 h 15 min**	**6 h 30 min**		**121 h 30 min**

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