



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

43000136 - Tecnología De Carreteras Y Aeropuertos

PLAN DE ESTUDIOS

04AH - Master Universitario En Sistemas De Ingeniería Civil

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	7
6. Actividades y criterios de evaluación.....	9
7. Recursos didácticos.....	13
8. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	43000136 - Tecnologia de Carreteras y Aeropuertos
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	04AH - Master Universitario en Sistemas de Ingenieria Civil
Centro responsable de la titulación	04 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Juan Gallego Medina (Coordinador/a)	Lab. Caminos	juan.gallego@upm.es	X - 16:30 - 17:30 V - 10:00 - 11:00
Jose Ramon Marcobal Barranco	Planta 1	jose.marcobal@upm.es	X - 10:30 - 12:30 J - 11:30 - 14:30

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CE-A1 - Capacitación científico-técnica y metodológica suficiente para el proyecto, análisis, planificación, explotación y mantenimiento de obras civiles con capacidad técnica equivalente a la de aplicar y valorar críticamente normativa de proyecto, y capacidad gestora adquirida mediante disciplinas transversales que se impartirían integradas en enseñanzas técnicas.

CE-A2 - Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones de ingeniería civil

CE-A4 - Capacidad para la construcción y conservación de sistemas de ingeniería civil

CE-A6 - Conocimiento del marco de regulación de los sistemas de ingeniería civil

CE-A7 - Conocimiento y capacidad para idear soluciones innovadoras en sistemas de ingeniería civil

CE-A8 - Capacidad para idear procedimientos innovadores y sostenibles de explotación y gestión de sistemas de ingeniería civil

3.2. Resultados del aprendizaje

RA71 - Conocer en detalle un conjunto mínimo de líneas de investigación vigentes en la UPM del área de explotación de carreteras, así como sus limitaciones y los ámbitos de aplicación nacionales e internacionales.

RA42 - Integrar los conocimientos de las distintas materias para formular juicios sobre situaciones complejas relacionadas con las infraestructuras y el paisaje que incluyan varios puntos de vista sobre el problema, así como reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas de la aplicación de estos conocimientos.

RA48 - Diseñar y gestionar infraestructuras de carreteras y aeropuertos. El alumno debe igualmente ser capaz de analizar una infraestructura ya existente, proponiendo un mejor aprovechamiento/eficiencia de la misma, describiendo sus impactos positivos y negativos y las posibles medidas correctoras de los impactos negativos. Todo ello en el contexto de equipos de trabajo multidisciplinares

RA46 - Comunicar las conclusiones de sus análisis, así como las razones últimas de los mismos, a públicos especializados y no especializados.

RA139 - RA1 - Planifica, proyecta, dirige y gestiona las obras, el mantenimiento y la explotación de infraestructuras de transporte, terrestre, marítimo y aéreo, incorporando los efectos y condicionantes entre el medio ambiente y las infraestructuras.

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

La asignatura recorre un itinerario formativo que comienza con el estudio de los materiales que se emplean en las construcción y conservación de firmes de carreteras. Se repasan los principios básicos de cada tipo de material y se incluyen ejemplos de especificaciones técnicas en las que estos principios han cristalizado en diferentes administraciones públicas de carreteras.

Tras el estudio de los materiales, se pasa al cálculo de proyecto de firmes de nueva construcción, el proyecto de rehabilitaciones estructurales y de renovaciones superficiales. Asimismo se explican los protocolos de inspección visual y de auscultación con equipamiento especializado.

El curso acaba pasando revisión a todos los aspectos anteriores, pero aplicados en los firmes de superficies aeroportuarias, ya que en muchos casos son bastante diferentes de los que se aplican en carreteras.

4.2. Temario de la asignatura

1. Firmes: funciones y tipologías
 - 1.1. Materiales para firmes
 - 1.2. Tipologías de firmes
 - 1.3. Fundamentos del comportamiento estructural de los firmes
 - 1.4. Importancia de las características funcionales
2. Áridos
 - 2.1. Los áridos en las capas del firme
 - 2.2. Áridos naturales
 - 2.3. Áridos artificiales
 - 2.4. Propiedades de los áridos
 - 2.5. Ensayos de laboratorio para áridos
3. Capas granulares

- 3.1. Granulometría y propiedades de los materiales
- 3.2. Puesta en obra de las capas granulares
- 3.3. Características mecánicas de los materiales granulares
- 3.4. Control de calidad de las capas granulares
4. Materiales tratados con cemento: suelocemento y gravacemento
 - 4.1. Materiales idóneos para ser tratados con cemento
 - 4.2. Formulación y características mecánicas
 - 4.3. Fabricación y puesta en obra
 - 4.4. Control de calidad de los materiales tratados con cemento
5. Materiales para la formación de explanadas
 - 5.1. Suelos naturales. Tipos y caracterización mecánica
 - 5.2. Suelos estabilizados. Tipos y caracterización mecánica
 - 5.3. Ejecución in situ
 - 5.4. Control de calidad
6. Ligantes bituminosos
 - 6.1. Obtención y fabricación de los ligantes bituminosos
 - 6.2. Propiedades y ensayos de los betunes
 - 6.3. Propiedades y ensayos de las emulsiones bituminosas
 - 6.4. Especificaciones técnicas de betunes y emulsiones bituminosas
7. Tratamientos superficiales con riego y con lechadas bituminosas
 - 7.1. Tipos de tratamiento superficial con riego
 - 7.2. Riegos de imprimación, adherencia y curado
 - 7.3. Riegos con gravilla
 - 7.4. Puesta en obra de los tratamientos superficiales con riego
 - 7.5. Tipos de lechadas bituminosas
 - 7.6. Puesta en obra de las lechadas bituminosas
 - 7.7. Control de calidad de los tratamientos superficiales
8. Mezclas bituminosas en caliente
 - 8.1. Componentes de una mezcla bituminosa en caliente

- 8.2. Tipos de mezclas bituminosas en caliente
- 8.3. Propiedades de las mezclas bituminosas en caliente
- 8.4. Diseño de las mezclas bituminosas en caliente
- 8.5. bricación y puesta en obra
- 8.6. Control de calidad
- 8.7. Aspectos medioambientales
- 9. Firmes de hormigón
 - 9.1. Tipología de firmes de hormigón
 - 9.2. Hormigón: formulación, fabricación y puesta en obra
 - 9.3. Armadura metálica y pasadores
 - 9.4. Las juntas: tipología y soluciones
 - 9.5. Control de calidad
- 10. Métodos empíricos de dimensionamiento de firmes asfálticos
 - 10.1. Proyecto de firmes
 - 10.2. Métodos de dimensionamiento empírico
 - 10.3. Norma 6.1-IC de secciones de firmes del Ministerio de Fomento
 - 10.4. Otros métodos y catálogos empíricos
- 11. Métodos analíticos de dimensionamiento de firmes
 - 11.1. Fundamentos de los métodos analíticos
 - 11.2. Concepto de eje tipo o equivalente
 - 11.3. Respuesta del firme a la aplicación de una carga
 - 11.4. Fatiga de los materiales por la aplicación reiterada de cargas
 - 11.5. Relación entre el eje equivalente y el tráfico real de carretera
- 12. Características superficiales de los firmes
 - 12.1. Textura superficial de los firmes
 - 12.2. Resistencia al deslizamiento
 - 12.3. Regularidad superficial
 - 12.4. Auscultación de las características superficiales
- 13. Deterioros superficiales de los firmes

- 13.1. Tipología de los deterioros superficiales de los firmes
- 13.2. Técnicas de renovación superficial
- 14. Deterioro estructural de los firmes
 - 14.1. Tipología de los deterioros estructurales de los firmes
 - 14.2. Auscultación estructural: medida de la deflexiones
 - 14.3. Técnicas de rehabilitación estructural de puntos singulares
 - 14.4. Proyecto de rehabilitación estructural de tramos de carreteras
- 15. Gestión de la conservación de firmes y pavimentos.
 - 15.1. Sistemas de gestión de la conservación
 - 15.2. Inspección visual y auscultación de los firmes
 - 15.3. Inventario del estado de la red
 - 15.4. Modelos de evolución del deterioro
 - 15.5. Estrategias para la conservación de la red
- 16. Superficies aeroportuarias y las aeronaves
 - 16.1. Plataformas
 - 16.2. Calles de rodadura
 - 16.3. Pistas de despegue aterrizaje
 - 16.4. Áreas de seguridad
 - 16.5. Características de las aeronaves
- 17. Proyecto de firmes aeroportuarios de nueva construcción.
 - 17.1. Firmes asfálticos
 - 17.2. Firmes de hormigón
 - 17.3. Servicios y ayudas instalados en el pavimento
 - 17.4. Proyecto del firme para pequeños aeródromos
- 18. Conservación y explotación de firmes aeroportuarios
 - 18.1. El sistema ACN/PCN
 - 18.2. Proyecto de rehabilitación estructural de firmes asfálticos
 - 18.3. Proyecto de rehabilitación de firmes de hormigón
 - 18.4. Gestión de la conservación de superficies y firmes aeroportuarios.

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	TEMA 1, TEMA 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	TEMA 3, TEMA 4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	TEMA 4, TEMA 5 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 7, Tema 8 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica de laboratorio En el laboratorio / Página Web laboratorio Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
5	Tema 7, Tema 8 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica de Laboratorio En el laboratorio / Página Web del Laboratorio Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	Tema 8 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Prueba de Laboratorio TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
7	Tema 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resolución de un ejercicio. Entrega para su evaluación EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 00:30
8				Control intermedio EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
9	Tema 10 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
10			Ejercicios Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	

11	Tema 11 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Taller Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		
12	Tema 12, Tema 13 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resolución de un ejercicio. Entrega para su evaluación EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 00:30
13	Tema 14 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Taller Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas	Ejercicios Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
14	Tema 14 Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Ejercicios Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Defensa de trabajo fin de curso PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
15	Tema 15, Tema 16 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Taller Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas		
16	Tema 17, Tema 18 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Taller Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas		
17				Control final EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 04:00 Prueba de SOLO EVALUACIÓN FINAL EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 04:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Prueba de Laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	10%	5 / 10	
7	Resolución de un ejercicio. Entrega para su evaluación	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	00:30	10%	5 / 10	
8	Control intermedio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	5 / 10	CB10 CE-A1 CE-A2 CE-A6 CE-A7 CE-A8
12	Resolución de un ejercicio. Entrega para su evaluación	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	00:30	10%	5 / 10	
14	Defensa de trabajo fin de curso	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	No Presencial	01:00	10%	5 / 10	
17	Control final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	04:00	30%	5 / 10	CE-A4 CE-A2 CE-A6 CE-A7 CE-A8 CB10 CE-A1

6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

17	Prueba de SOLO EVALUACIÓN FINAL	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	04:00	100%	5 / 10	CB10 CE-A1 CE-A4 CE-A2 CE-A6 CE-A7 CE-A8
----	------------------------------------	--	---------------	-------	------	--------	--

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

6.2. Criterios de evaluación

MEDIANTE EVALUACIÓN CONTINUA

PE1. Resolución de pruebas tipo test o ejercicios teórico-prácticos en clase /el aula / a través del área virtual. 30%

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones básicas planteadas en cuestionarios tipo test, o respuesta abierta, para resolver en clase, en casa, mediante la herramienta ?Cuestionario? de MOODLE, o bien de resolución de ejercicios en clase, en casa o mediante la herramienta ?Tarea? de MOODLE.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media de las obtenidas en los ejercicios realizados en la asignatura, independientemente de que el alumno haya realizado todos los ejercicios (los no realizados tendrán calificación = 0)

Momento y lugar: Los alumnos responderán a los ejercicios en el aula, en casa o usando los medios telemáticos de MOODLE. El momento, lugar, y modalidad se anunciarán con antelación suficiente.

PE2. Prácticas de laboratorio 10%

Descripción: Consiste en dos prácticas de laboratorio: la primera sobre áridos y ligantes, y la segunda sobre dosificación de mezclas bituminosas. Cuando no sea posible asistir al laboratorio presencialmente, esta parte de la calificación se consigue igualmente visitando la página Web del Laboratorio:

(<http://www2.caminos.upm.es/departamentos/ict/lcweb/inicio.html>) y realizando la tarea que se pone a disposición

de los alumnos a través del área virtual, relativa a los contenidos de dicha página.

Criterios de calificación. La calificación de esta prueba se obtiene como la media de la calificación obtenida en ambas prácticas.

Momento y lugar. Laboratorio de Caminos, o área virtual MOODLE. Se anunciarán los plazos a través de MOODLE.

PE3. Examen Parcial. 30 ó 0%

Descripción: Constará de un ejercicio tipo test o respuestas muy breves, un ejercicio teórico que constará de varias preguntas cortas, a contestar con una extensión aproximada de media página. Y por último un ejercicio práctico a resolver. La duración total del examen será de 90 minutos.

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, con pesos 0,2; 0,4 y 0,4 para el test, las preguntas cortas y el ejercicio práctico respectivamente.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Podrán realizarse en el aula de examen o bien telemáticamente, en cuyo caso, 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.

PE4. Examen final 30% ó 60%

Descripción: Tendrá dos partes, cada una con una duración aproximada de 90 minutos.

La primera parte, que deberán realizar todos los alumnos, constará de un ejercicio de test o preguntas de respuesta corta, uno de preguntas de carácter teórico a contestar cada una en media página aproximadamente y un ejercicio de carácter práctico, correspondientes preferentemente a los temas de la asignatura no incluidos en el examen parcial PE3. Dado que los temas de la asignatura están interrelacionados, esta parte del examen puede contener materia de los temas incluidos en el examen parcial. La duración aproximada será de 90 minutos.

La segunda parte del examen final es similar en todo al examen parcial. No estarán obligados a examinarse de esta parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 5 en el examen parcial. La duración aproximada será de 90 minutos.

Criterios de calificación: Para calificar el examen, los ejercicios se califican de 0 a 10. La nota del examen será la

media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios del examen, concediendo los pesos 0,2; 0,4 y 0,4 para el test, las preguntas cortas y el ejercicio práctico respectivamente.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Se realizarán en el aula de exámenes o bien telemáticamente. En este último caso, 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.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será:

- Para los alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 5 en el examen parcial y sólo realicen la primera parte del examen final, su calificación será:

La media ponderada de PE1 (30%), PE2 (10%), PE3 (30%) y PE4 (30%)

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

- Para los alumnos que realicen el examen final completo la calificación de la asignatura vendrá dada por:

La media ponderada de PE1 (30%), PE2 (10%) y PE4 (60%)

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

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.

Constará de dos ejercicios tipo test o respuestas muy breves, dos ejercicios teóricos que constarán de varias preguntas cortas, a contestar con una extensión aproximada de media página. Y por último dos ejercicios prácticos a resolver. La duración total del examen será de 3 horas.

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: 0,2; 0,4 y 0,4 para la media de los dos tests, la media de los dos ejercicios de preguntas cortas y la media de los dos ejercicios prácticos respectivamente.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. El examen se realizará en el aula de exámenes, o bien telemáticamente. En éste último caso, 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, convocatoria ordinaria o convocatoria extraordinaria, si procede. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libro	Bibliografía	KRAEMER, C. et al. (2003); Ingeniería de Carreteras, volumen II, McGraw-Hill, Madrid
PG-3	Bibliografía	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Ministerio de Fomento. Edición 1975 y actualizaciones posteriores.
Norma de firmes nuevos	Bibliografía	Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM 3460/2003). Ministerio de Fomento
Norma de rehabilitación de Firmes	Bibliografía	Norma 6.3-IC. Rehabilitación de firmes (Orden FOM 3459/2003) Ministerio de Fomento
Anexo 14 de OACI	Bibliografía	Aeródromos. (1999 y actualizaciones) Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Icao.

AC nº 150/5320.6E	Bibliografía	Advisory Circular nº. 150/5320-6E (2009). Airport Pavement Design and Evaluation. Federal Aviation Administration.
Página Web de la asignatura	Recursos web	Página Web con contenido específico de la asignatura: http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/ict/lcweb/inicio.html
Laboratorio de Caminos	Equipamiento	Laboratorio de Caminos y Aeropuertos. Dispone del equipamiento específico para los materiales que se ven en la asignatura

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura contribuye a los Objetivos de Desarrollo sostenible de la ONU, a través de:

Objetivo 9: INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUTURA

Objetivo 13: ACCIÓN PARA EL CLIMA

Durante la asignatura se pone énfasis en nuevos materiales sostenibles, con baja huella de carbono y gran durabilidad, que disminuyen el efecto de la construcción y conservación de infraestructuras sobre el medio ambiente y el cambio climático.