



ANX-PR/CL/001-02
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

CAMINOS

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

4º curso / 7º semestre

FECHA DE PUBLICACION

Marzo 2015



Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	CAMINOS
Titulación	GRADUADO/A EN INGENIERÍA CIVIL POR LA UPM
Centro responsable de la titulación	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL
Semestre/s de impartición	7º semestre
Materia	Ingeniería de carreteras
Carácter	OBLIGATORIA
Código UPM	585.003.305

Datos Generales

Créditos	6	Curso	4º
Curso Académico	2015/16	Período de impartición	Septiembre- Enero
Idioma de impartición	Español	Otro idiomas de impartición	-

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Superadas

Ninguna

Otros Requisitos

Ninguno

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

Ninguna

Otros Conocimientos Previos Recomendados

Conocimientos básicos de matemáticas, geometría, topografía, cartografía, maquinaria de obras públicas, química, materiales de construcción, geología, geotecnia, contenido de los proyectos de ingeniería civil. Conocimientos y práctica en la búsqueda y uso de información técnica, normativa y bibliografía relacionada con las carreteras.

Competencias

COMPETENCIAS BÁSICAS	
-	-
COMPETENCIAS TRANSVERSALES Y GENERALES	
CG4	Utilizar programas informáticos y tecnologías de la información.
CG9	Emplear métodos de abstracción, análisis y síntesis.
CG10	Tomar decisiones.
CG14	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.
CG16	Capacidad para proyectar, inspeccionar y dirigir obras, en su ámbito.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	
Ce22	Capacidad para la construcción y conservación de carreteras, así como para el dimensionamiento, el proyecto y los elementos que componen las dotaciones viarias básicas.

Resultados de Aprendizaje

RA1	Conocimiento de las técnicas fundamentales del diseño de carreteras
RA2	Capacidad en la aplicación de los conocimientos teóricos a la resolución de ejercicios y problemas
RA3	Capacidad de interpretar resultados derivados de la resolución de ejercicios y problemas
RA4	Capacidad para tomar decisiones de diseño en el desarrollo de un proyecto de carreteras
RA5	Manejo de las técnicas básicas de un laboratorio carreteras
RA6	Capacidad de interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio
RA7	Capacidad de transmitir ideas, problemas y soluciones a los compañeros y al profesor
RA8	Capacidad de relacionar conocimientos adquiridos en esta asignatura con otras materias de la titulación



Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Rafael Enríquez Rodríguez (coordinador)	Caminos	rafael.enriquez@upm.es	Lunes 10:15 Martes 10:15
Miriam Martínez García	Caminos	miriam.martinez@upm.es	Lunes 10:15 Miércoles 10:15
David del Villar Juez	Caminos	david.delvillar@upm.es	Lunes 13:30 Martes 14:30
Tomás Rodríguez García	Caminos	t.rodriguez@upm.es	Martes 8:15 Martes 18:15
Enrique Suárez Lentisco	Caminos	enrique.suarez@upm.es	Lunes 13:30 Miércoles 13:30

Nota.- Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se confirmará el horario de tutoría con el profesorado por e-mail.

Descripción de la Asignatura

Se trata de la asignatura básica sobre Ingeniería de Carreteras. El objetivo principal es introducir al alumno en las técnicas elementales del diseño, construcción y explotación de carreteras.

Se analizarán aspectos relativos a los principales elementos de la carretera: tráfico, trazado, explanaciones, drenaje, firmes, instalaciones, señalización y medio ambiente. Aprenderán los conceptos básicos generales y en particular el manejo de la normativa española e internacional de carreteras y la estructura de los proyectos de carreteras. Será parte fundamental el estudio de las nuevas tecnologías aplicadas al diseño y construcción de carreteras.

Esta base sobre Ingeniería de Carreteras constituye el mínimo necesario que debe conocer un graduado/a en Ingeniería Civil y representa el punto de partida para abordar con garantías el resto de asignaturas de especialidad sobre las carreteras.



Temario

TEMA / CAPITULO	APARTADO
Tema 1 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE CARRETERAS	Factores que intervienen en la circulación por carretera: la infraestructura, el vehículo y el usuario.
	La infraestructura: Las administraciones con competencias en carreteras. La red viaria española y europea. Planes de carreteras europeos, nacionales y autonómicos. Evolución futura de la red.
	El vehículo: El parque de vehículos. Características de los vehículos. El neumático. Medida de la adherencia neumático - pavimento. Velocidad. Frenado.
	El usuario: El conductor. El peatón.
	Consideración de la seguridad vial.
	Legislación y normativa técnica de carreteras. Fuentes de documentación.
	Tipos de proyecto y su alcance.
Tema 2 INGENIERÍA DE TRÁFICO	Variables fundamentales (intensidad, velocidad, densidad).
	Relaciones entre variables fundamentales.
	Estudio de intensidades de tráfico.
	Estudio de velocidades y tiempos de recorrido.
	Estudio de cargas en vehículos.
Tema 3 GEOMETRÍA DEL TRAZADO	Capacidad y niveles de servicio de una vía.
	Introducción al trazado de carreteras.
	Relación con el terreno.
	Clases de carreteras y su denominación.
	El movimiento de los vehículos.
	Velocidad.
Tema 4 TRAZADO EN PLANTA	Visibilidad.
	Alineaciones rectas: Longitud máxima y mínima.
	Curvas circulares: Desarrollo mínimo. Radio mínimo y peralte. Transición al peralte. Despeje lateral.
	Sobrecancho y su transición.
Tema 5 TRAZADO EN ALZADO	Curvas de transición: Longitud mínima. La clotoide y sus propiedades.
	Elementos y su formulación.
	Alineaciones rectas: Inclinaciones máxima y mínima. Longitud mínima.
	En acuerdos parabólicos: Visibilidad. Aceleraciones verticales. Perspectiva.
	Tramos especiales: Túneles. Obras de paso.
	Los planos de trazado.
Coordinación Planta – Alzado.	



Tema 6 LA SECCIÓN TRANSVERSAL	Elementos básicos de la sección transversal: definición y dimensiones.
	Secciones transversales especiales.
	Zonas de protección.
	Diseño mediante secciones tipo.
Tema 7 TAZADO ASISTIDO POR ORDENADOR	Los programas de trazado de obras lineales.
	Cartografía digital y su tratamiento. Modelo digital del terreno (MDT).
	El proceso de trazado con ordenador.
	Definición de alineaciones mediante grados de libertad: trazado en planta y en alzado.
	Definición de la sección transversal.
	La generación de los perfiles transversales y el modelo digital de la carretera (MDC).
	Planos, listados, mediciones y replanteo.
	Análisis de visibilidad y modelado de la carretera.
Tema 8 NUDOS VIARIOS	Nudos viarios: Funcionamiento. Clasificación. Datos necesarios para el proyecto. Nomenclatura utilizada. Elección del vehículo tipo.
	Intersecciones: Tipos. Características geométricas.
	Enlaces: Elementos. Clasificación. Datos necesarios para su proyecto. Ramales de enlace. Vías colectoras - distribuidoras. Estructuras. Bifurcaciones y confluencias. Situación de entradas y salidas en vías de alta capacidad. Tipos de enlaces.
	El proyecto de nudos.
Tema 9 LA INFRAESTRUCTURA DE LA CARRETERA	Las obras de explanación y las características de las obras de tierra.
	Movimiento de tierras, mediciones y diagrama de masas.
	Rocas y suelos.
	Reconocimiento del terreno.
	Construcción de terraplenes.
	Equipos de excavación, extendido y humectación. Tipos de máquinas fundamentales. Métodos y equipos de compactación.
	El control de las obras de infraestructura.
	Pedraplenes.
Estabilizaciones mecánicas y con aditivos. Dosificación. Estabilizaciones con ligantes bituminosos. Equipos para mezclas con cemento. El control de su ejecución.	
Tema 10 DRENAJE	El agua y sus efectos sobre la carretera.
	Criterios de diseño.
	Estudios hidráulicos y cálculo de caudales.
	Drenaje de plataforma y márgenes de la carretera.
	Drenaje transversal.
	Drenaje subterráneo.



Tema 11 ELEMENTOS BÁSICOS DE LOS FIRMES	Áridos: Naturaleza. Procedencia. Propiedades y características. Ensayos. Estudio petrográfico.
	Capas granulares: Propiedades físicas. Características específicas de las distintas capas granulares del firme. Condiciones a exigir.
	Ligantes bituminosos: Origen y naturaleza. Tipos. Ensayos de laboratorio. Especificaciones.
Tema 12 TIPOS DE FIRME	Tratamientos superficiales.
	Morteros y lechadas.
	Mezclas bituminosas: Tipos. Reología. Dosificación y proyecto. Fabricación y puesta en obra. El control de su ejecución. Defectos. Mezclas bituminosas especiales. Mezclas con ligantes especiales. Normativa actual sobre mezclas bituminosas.
	Firmes rígidos: Tipos y constitución. Los materiales. El control de su ejecución. Construcción.
Tema 13 DISEÑO DE FIRMES	Métodos de dimensionamiento: Catálogos de firmes. Factores de dimensionamiento.
	Auscultación de carreteras: La inspección visual. Auscultación de la sección estructural de un firme. Auscultación de las características superficiales de los pavimentos.
	Refuerzos. Influencia de los factores locales. Ensayos de carga con placa. Evaluación de la necesidad de refuerzo. Refuerzo de firmes flexibles. Refuerzo de firmes semirrígidos. Refuerzos de pavimentos de hormigón.
	Renovación superficial: Problemas constructivos. El reciclaje de los pavimentos.
Tema 14 ESTRUCTURAS VIARIAS	Túneles de carretera: Equipamiento, instalaciones y explotación.
	Obras de paso. Puentes, Viaductos, Pasarelas Peatonales, Pasos Inferiores. Conceptos generales. Tipologías.
Tema 15 INSTALACIONES VIARIAS	Sistemas de contención.
	Alumbrado viario: Principios de la visión en el alumbrado viario. Criterios de calidad. Técnica del alumbrado. Recomendaciones.
	Sistemas de Transporte Inteligente (ITS).
Tema 16 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	Situación actual.
	Señalización horizontal.
	Señalización vertical.
	Señalización de obras.
	Señalización variable.
	Balizamiento y reductores de velocidad.
Tema 17 LA CARRETERA Y EL MEDIO AMBIENTE	Medidas preventivas y correctoras en los proyectos y obras de carreteras.
	Gestión de residuos en la construcción y demolición de carreteras.
	Plantaciones en el entorno de la carretera.
Tema 18 EL PROYECTO DE CARRETERAS	Tipos de proyecto de carreteras.
	Documentos que integran un proyecto.
	Planos de carreteras.



<p>PRÁCTICAS DE LABORATORIO</p>	<ul style="list-style-type: none">- Preparación de muestras para los ensayos de suelos.- Humedad mediante secado en estufa.- Apisonado Próctor Normal.- Apisonado Próctor Modificado.- Densidad in situ por el método de la arena.- Índice CBR en el laboratorio.- Toma de muestras de roca, escorias, grava, arena, filler, bloques de piedra, etc.- Análisis granulométrico de áridos gruesos y finos.- Índice de lajas y agujas de los áridos para carreteras.- Pulimento acelerado de los áridos.- Toma de muestras de los materiales bituminosos.- Densidad y densidad relativa de los materiales bituminosos.- Penetración de los materiales bituminosos.- Punto de reblandecimiento anillo y bola de los materiales bituminosos.- Índice de penetración de los betunes asfálticos.- Ductilidad de los materiales bituminosos.- Puntos de inflamación y combustión de los materiales bituminosos (Aparato Cleveland, vaso abierto).- Resistencia a la deformación plástica de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall.- Densidad relativa de los áridos en aceite de parafina.- Densidad y huecos en mezclas bituminosas compactadas.- Resistencia a compresión simple de mezclas bituminosas.- Efecto del agua sobre cohesión de las mezclas bituminosas compactadas (Ensayo de inmersión-compresión).- Contenido de ligante en mezclas bituminosas.- Contenido de ligante en mezclas bituminosas por el método de combustión.- Análisis granulométrico de los áridos recuperados de las mezclas bituminosas.- Caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo cántabro de pérdida por desgaste.- Permeabilidad in situ de pavimentos drenantes con permeámetro LCS.- Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo TRRL.- Medida de la textura superficial de un pavimento por el método del círculo de arena.- Ensayo de carga con placa.- Medida de deflexiones de un firme mediante el ensayo con viga Benkelman.
--	--



Cronograma

Horas presenciales: **72** Peso total de actividades de evaluación continua: **20%**
Horas totales: **90** Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final: **80%**

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
0	Presentación de la asignatura	Formación de grupos	Asistencia y participación	
1	Introducción al diseño de carreteras Ingeniería de tráfico	Formación de grupos	Asistencia y participación	
2	Ingeniería de tráfico Ingeniería de tráfico (Problemas) Geometría del trazado Trazado en planta	Formación de grupos	Asistencia y participación	Problemas en clase
3	Trazado en planta Trazado en planta (Problemas)	Práctica 1	Asistencia y participación	
4	Trazado en planta (Problemas) Trazado en alzado Trazado en alzado (Problemas)	Práctica 2	Asistencia y participación	Problemas en clase
5	La sección transversal Trazado por ordenador	Práctica 3	Asistencia y participación	
6	Trazado por ordenador Trazado por ordenador (Problemas) Nudos viarios	Práctica 4	Asistencia y participación	Problemas en clase
7	Nudos viarios La infraestructura de la carretera	Práctica 5	Asistencia y participación	
8	La infraestructura de la carretera La infraestructura de la carretera (Problem.) Drenaje	Práctica 6	Asistencia y participación	Problemas en clase
9	Drenaje (Problemas) Elementos básicos de los firmes	Práctica 7	Asistencia y participación	Problemas en clase
10	Elementos básicos de los firmes Tipos de firme	Práctica 8	Asistencia y participación	Examen 1P
11	Tipos de firme	Práctica 9	Asistencia y participación	
12	Tipos de firme Diseño de firmes	Práctica 10	Asistencia y participación	
13	Diseño de firmes Diseño de firmes (Problemas) Estructuras viarias	Práctica 11	Asistencia y participación	Problemas en clase
14	Estructuras viarias Instalaciones viarias Señalización y balizamiento	Práctica 12	Asistencia y participación	
15	Señalización y balizamiento La carretera y su entorno El proyecto de carreteras	Repaso de Prácticas	Asistencia y participación	

Nota.- El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

Actividades de Evaluación

Los alumnos que deseen realizar "Evaluación solo mediante examen final" en la Convocatoria de Enero, deberán comunicarlo mediante Moodle al coordinador de la asignatura durante los primeros 15 días del semestre. Una vez pasado ese plazo sin haber recibido solicitud se entenderá que el alumno opta por "Evaluación continua".

Momento	Descripción	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso %	Nota mínima	Competencias evaluadas
Durante el semestre	Asistencia a clase, realización y entrega de ejercicios y casos prácticos, intervención y debate.	E. Continua		SI	AC/10: 5%	No hay	CG4, CG9, CG10, CG14, CG16, Ce22
Lunes 13:30 Lunes 14:30 Martes 13:30 Martes 14:30	Asistencia al laboratorio, realización y entrega de las prácticas.	E. Continua	Laboratorio	SI	AL/10: 5%	No hay	CG4, CG9, CG10, CG14, CG16, Ce22
Durante el semestre	Trabajos individuales	E. Continua		NO	TR/10: 10%	No hay	CG4, CG9, CG10, CG14, CG16, Ce22
12-11-2015* 13:30	Primera prueba del examen de Enero	E. Continua y E. Solo Final	Examen	SI	P1/10: 40% F1/10: 50%	2,00	CG4, CG9, CG10, CG14, CG16, Ce22
22-01-2016* 11:30	Segunda prueba del examen de Enero	E. Continua y E. Solo Final	Examen	SI	P2/10: 40% F1/10: 50%	2,00	CG4, CG9, CG10, CG14, CG16, Ce22
08-07-2016* 11:30	Examen extraordinario de Julio	E. Continua y E. Solo Final	Examen	SI	EJ/10: 100%	5,00	CG4, CG9, CG10, CG14, CG16, Ce22

Nota.- Las fechas de los exámenes son orientativas, consultar el calendario oficial de exámenes en la web de la Escuela.

Criterios de Evaluación

Para la "Evaluación continua", se controlará aleatoriamente la asistencia a clase y al laboratorio. En algunas clases se propondrán cuestiones para debatir, problemas a resolver, etc. que será recogidos y evaluados. En el laboratorio se podrán recoger las prácticas que se vayan realizando para ser evaluadas. Se realizarán trabajos individuales sobre ciertos aspectos de la asignatura a entregar en un plazo que se fijará.

Tanto en el caso de "Evaluación solo mediante examen final" como en el de "Evaluación continua", el Examen de Enero se realizará mediante dos pruebas parciales compuestas 2 ó 3 ejercicios escritos cada una, que podrán ser teóricos, prácticos o de laboratorio indistintamente. El conjunto de las dos pruebas parciales forman el Examen de Enero, no realizándose ninguna prueba posterior para la Convocatoria de Enero y no liberando materia para posteriores exámenes. Los criterios de aprobado de éste examen son:

Evaluación continua: $AC \cdot 0,05 + AL \cdot 0,05 + TR \cdot 0,1 + P1 \cdot 0,4 + P2 \cdot 0,4 \geq 5$, siendo $P1 \geq 2$ y $P2 \geq 2$

Evaluación solo final: $F1 \cdot 0,5 + F2 \cdot 0,5 \geq 5$, siendo $F1 \geq 2$ y $F2 \geq 2$

El examen Extraordinario Julio estará compuesto por 2 ó 3 ejercicios escritos que podrán ser teóricos, prácticos o de laboratorio indistintamente. El criterio de aprobado de éste examen es obtener una nota ≥ 5 .

En el enunciado de todos los exámenes se incluirá la fecha de publicación de las notas y la fecha de la revisión del examen. La revisión se realizará previa solicitud en el plazo indicado junto con la publicación de las notas y exclusivamente por el interesado en la fecha y hora señaladas.

Si durante el desarrollo de los exámenes se produjera, a criterio de los profesores, cualquier intento de copia o comunicación de cualquier índole, el examen completo quedará inmediatamente anulado obteniendo una calificación total de 0,00. Lo anterior se aplicará sin perjuicio de las posteriores acciones contempladas en la normativa de la UPM. Igualmente quedará anulado el examen de los alumnos que porten dentro del aula del examen con cualquier teléfono móvil, reloj o dispositivo electrónico que permita la comunicación esté encendido o apagado.

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
ENRIQUEZ, J.L. y ENRIQUEZ, R. (2000) "CAMINOS Tomo I". Servicio de Publicaciones de la EUITOP. UPM. Madrid.	Bibliografía	Se completará y actualizará con la publicación de Apuntes Complementarios
ENRIQUEZ, J.L. y ENRIQUEZ, R. (2000) "CAMINOS Tomo II". Servicio de Publicaciones de la EUITOP. UPM. Madrid.	Bibliografía	Se completará y actualizará con la publicación de Apuntes Complementarios
ENRIQUEZ, J.L. y ENRIQUEZ, R. (2000) "CAMINOS Tomo III". Servicio de Publicaciones de la EUITOP. UPM. Madrid.	Bibliografía	Se completará y actualizará con la publicación de Apuntes Complementarios
ENRIQUEZ, J.L. (1993) "CAMINOS Prácticas de Laboratorio". Servicio de Publicaciones de la EUITOP. UPM. Madrid.	Bibliografía	Se completará durante las prácticas de laboratorio
Página web de la Escuela: www.ingenieriacivil.upm.es	Web	
Moodle de la asignatura: https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales	Web	
Normativa del Ministerio de Fomento: http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/CARRETERAS/NORMATIVA_TECNICA	Web	
AASHTO: http://www.transportation.org	Web	
Aulas de clase con ordenador y proyector	Equipamiento	Clases teórico prácticas
Laboratorio de Caminos	Equipamiento	Prácticas de laboratorio y actividades complementarias
Centro de Cálculo de Caminos	Equipamiento	Actividades complementarias
Biblioteca de la Escuela y de la Unidad Docente	Equipamiento	Trabajos de curso
Aula Virton de la Escuela	Equipamiento	Trabajos de curso