

Innovación en Procedimientos Especiales de Construcción

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000396	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español
Nombre en inglés	Innovation of Special Construction Methods			
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales			
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción			
Web asignatura	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Cuarto cuatrimestre			
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 <i>Doctorado en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales</i> , según la línea de investigación de la tesis doctoral			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Jesús Gómez Hermoso	Pte.	Todos	X (18,00 - 21,00) J (18,00 - 21,00)	Laboratorio Procedimientos de Construcción (PGC)	jesusgomezhermoso@gmail.com
Manuel Rivas Cervera	Vocal	Todos	L (8:30 - 14:30)	Laboratorio PGC	manuel.rivas@upm.es
Antonio Lara Galera		Todos	L (8:30 - 14:30)	Laboratorio PGC	alargal@ciccp.es
Elena Díaz Heredia		Todos	L (8:30 - 11:30)	Laboratorio PGC	ediaz@intemac.es
Miguel Flórez de la Colina	Secr.	Todos	L (8:30 - 12:30)	Laboratorio PGC	mflocal@ciccp.es
Carlos Arévalo Sarrate		Todos	L (8:30 - 11:30)	Laboratorio PGC	arevalo@imasp.net

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

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Materiales de Construcción, Procedimientos Generales de Construcción, Construcción de Estructuras de Hormigón y Acero, Infraestructuras Hidráulicas, Ingeniería Marítima, Puertos y Costas

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuados, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo.
CT6	Compromiso y capacidad de aplicación de los estándares de deontología profesional.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica y evalúa técnicas avanzadas para la construcción y control de obras de ingeniería estructural y geotécnica.	CGP2, CGP4, CGP5, CE32
RA2	Desarrolla trabajos en equipo y sabe presentarlos y defenderlos públicamente	CT1, CT4, CT6

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los aspectos constructivos de los principales materiales empleados en la ingeniería civil (hormigón, acero, materiales compuestos y madera)	RA1
IL2	Sí	Conoce los procesos constructivos ligados a la aplicación de la técnica del pretensado, tanto en elementos estructurales, como en anclajes al terreno.	RA1
IL3	Sí	Conoce las técnicas de encofrados de soportes no apoyados en el terreno y sabe analizar y aplicar la más adecuado en cada ocasión.	RA1
IL4	Sí	Sabe establecer la relación entre tipología estructural de puentes y las distintas técnicas constructivas aplicadas en cada una de ellas, así como el método de puesta en obra de cada una de dichas técnicas.	RA1
IL5	Sí	Conoce los distintos métodos constructivos de túneles y su aplicación para cada uno de los tipos de terreno y tipo de infraestructura.	RA1
IL6	Sí	Conoce y sabe aplicar las técnicas constructivas de carreteras, fundamentalmente las relacionadas con el movimiento de tierras, la extensión de firme rígido, la extensión de firme flexible y la ejecución de estructuras.	RA1

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL7	Sí	Conoce y sabe aplicar las técnicas constructivas de ferrocarriles, fundamentalmente las relacionadas con el montaje de la superestructura en tramos nuevos, la renovación de vía y la ejecución de estructuras bajo la vía.	RA1
IL8	Sí	Establece la relación entre la tipología estructural de las presas y los materiales constructivos.	RA1
IL9	Sí	Conoce y sabe aplicar las técnicas constructivas en presas con distintas tipologías estructurales y diversos materiales.	RA1
IL10	Sí	Conoce y sabe aplicar los procedimientos constructivos empleados en canales con sección sobre terreno y acueductos, así como la ejecución de esclusas.	RA1
IL11	Sí	Conoce y sabe aplicar las técnicas de construcción de diques marítimos de escollera, de cajones y diques flotantes, así como la fabricación de los cajones en diques flotantes.	RA1
IL12	Sí	Conoce las técnicas constructivas de conducciones submarinas.	RA1
IL13	Sí	Conoce las técnicas constructivas de edificación en general (cimentación, muros, soportes y forjados).	RA1
IL14	Sí	Conoce las técnicas constructivas más habitualmente empleadas en los edificios altos.	RA1
IL15	Sí	Conoce las técnicas constructivas empleadas en edificios de grandes luces.	RA1
IL16	No	Sabe desarrollar trabajos en equipo, asumiendo su parte de la actuación y dirigiendo el equipo si fuera preciso	RA2

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

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

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

7.1. Mediante “evaluación continua”

PE1. Ejercicios de clase 20%

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 indicará por el Profesor, para su resolución en el aula.

PE2. Prueba intermedia 20%

Descripción. Consistirá en la presentación de un trabajo escrito y en equipo sobre una obra y su proceso constructivo, así como el estudio de un proceso constructivo alternativo. El profesor podrá solicitar la presentación oral de este trabajo.

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 indicará por la asignatura, para su realización fuera del aula como trabajo de equipo.

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 60%

Descripción. Consistirá en varios ejercicios sobre los contenidos específicos de la asignatura que se hayan impartido en el aula (70%), así como de un ejercicio práctico sobre el desarrollo del proceso constructivo de una obra (30%).

Criterios de calificación. El examen final se puntuará de 0 a 10.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

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 (20%), prueba intermedia (20%) y examen final (60%).

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

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Tanto el examen final ordinario, como el extraordinario, constarán de dos partes:

1. Varios ejercicios sobre los contenidos específicos de la asignatura que se hayan impartido en el aula.
2. Análisis y presentación escrita del desarrollo del proceso constructivo de una obra en su totalidad o de algunos elementos de la misma.

Criterios de calificación. Cada una de las dos partes se puntuarán de 0 a 10.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “solo prueba final”

La calificación final de la asignatura será la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en la primera parte (70%) y la segunda parte (30%).

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

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

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

7 bis.1. Mediante “evaluación continua”

PE1. Asistencia a clase 20%

Descripción: El alumno debe asistir a un mínimo de un 70 % de las clases impartidas entre el comienzo del cuatrimestre y el día 10 de marzo.

Criterios de calificación: La calificación máxima (10 puntos) se obtendrá con una correcta y activa participación del alumno en las clases, tanto mediante sus consultas como con las respuestas de éste a las del profesor. La calificación será de 10 puntos una vez que se supere la presencia indicada en el párrafo anterior y mostrada la participación activa en la clase.

Momento y lugar: Supondrá una actividad continua en el horario establecido para las clases ordinarias.

PE2. Trabajo parcial 1 50%

Descripción: El alumno desarrollará un trabajo sobre el proceso constructivo de una obra de ingeniería ya ejecutada. El trabajo constará de tres partes: 1. Descripción de la obra. 2. Descripción del proceso constructivo desarrollado. 3. Descripción detallada de un proceso constructivo alternativo. El trabajo se realizará en grupos de un máximo de dos alumnos. La extensión del mismo está limitada por un mínimo de 2.500 palabras de texto más las imágenes (fotografías, diagramas, croquis, tablas, etc.) que estime oportunas.

Criterios de calificación: El trabajo se califica de 0 a 10.

Momento y lugar: El trabajo será entregado con una fecha límite del día 10 de mayo. Esta fecha podrá sufrir alguna breve modificación en función del desarrollo de algunos temas impartidos en clase.

PE3. Trabajo parcial 2 30%

Descripción: Este trabajo tiene el mismo esquema que el “Trabajo parcial 1”. La única diferencia se encuentra en la extensión, que deberá superar las 1.500 palabras.

Criterios de calificación: El trabajo se califica de 0 a 10.

Momento y lugar: El trabajo será entregado con una fecha límite del día 29 de mayo.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la obtenida de la media ponderada de las tres partes anteriormente citadas, es decir, de

$$PE1 (20\%), PE2 (50\%) \text{ y } PE3 (30\%).$$

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

7 bis.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. [Describe la prueba, como por ejemplo ...] Constará de dos ejercicios:

1. El primero estará compuesto por un test con respuestas alternativas y excluyentes, y con valoración positiva de las respuestas acertadas, negativa de las erradas y nula de las no respondidas.
2. Un ejercicio en el que se realizará la descripción de los procesos constructivos de los proyectos y obras que se planteen, debiendo plantear y analizar diversas alternativas.

Criterios de calificación. [Adapte los criterios, como por ejemplo ...] 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, teniendo el primero un peso del 40% y el segundo del 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

Momento y lugar: *[Adapte el momento y lugar, como por ejemplo ...]* 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.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

[Adapte los criterios, como por ejemplo ...] La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Materiales	IL1
1.1. Introducción	
1.2. Hormigón	
1.3. Acero	
1.4. Materiales compuestos	
1.5. Madera	
Tema 2. Técnicas de pretensado	IL2
2.1. Introducción	
2.2. Elementos estructurales	
2.3. Anclaje al terreno	
Tema 3. Encofrados independientes del suelo para núcleos y soportes	IL3
3.1. Encofrado trepante	
3.2. Encofrado autotrepante	
3.3. Encofrado guiado	
3.4. Encofrado deslizante	
Tema 4. Puentes	IL4
4.1. Introducción. Tipologías estructurales versus procedimientos constructivos	
4.2. Tablero de vigas prefabricadas	
4.3. Tablero por voladizos sucesivos	
4.4. Tablero empujado	
4.5. Arco con tablero superior (arco cimbrado, arco prefabricado y abatido, atirantamiento provisional, atirantamiento desde pilono provisional)	
4.6. Arco con tablero inferior (arco construido sobre tablero, tablero “colgado tras ejecución de arco, izado de arco)	
4.7. Arco con tablero intermedio	
4.8. Atirantado (voladizos sucesivos, tablero + atirantamiento a pilono)	
4.9. Colgante	
Tema 5. Túneles	IL5
5.1. Perforación y explosivos	
5.2. Método austríaco. Método de Madrid	
5.3. Tuneladora	
Tema 6. Carreteras	IL6
6.1. Movimiento de tierras	
6.2. Firmes flexibles	
6.3. Firmes rígidos	
6.4. Estructuras (puentes, falsos túneles, marcos)	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 7. Ferrocarriles	IL7
7.1. Superestructura ferroviaria	
7.2. Renovación de vía	
7.3. Estructuras (puentes, pasos inferiores con empuje oleohidráulico)	
Tema 8. Obras hidráulicas	IL8, IL9, IL10
8.1. Presas. Introducción. Tipologías versus materiales	
8.2. Presas de gravedad, arco y arco-gravedad. Hormigón vibrado	
8.3. Presas de gravedad. Hormigón compactado con rodillo	
8.4. Presas de gravedad. Materiales sueltos	
8.5. Canales. Sección tipo excavada	
8.6. Acueductos	
8.7. Esclusas	
Tema 9. Obras marítimas	IL11, IL12
9.1. Introducción	
9.2. Diques de escollera	
9.3. Diques de cajones y fabricación en diques flotantes	
9.4. Diques flotantes	
9.5. Conducciones submarinas (saneamiento, abastecimiento de agua, comunicaciones)	
Tema 10. Edificación	IL13
10.1. Introducción	
10.2. Cimentación	
10.3. Muros de plantas sótano (encofrados a una o dos caras, muros pantalla)	
10.4. Soportes (pilares, pantallas, núcleos)	
10.5. Forjados	
Tema 11. Edificios altos	IL14
11.1. Introducción	
11.2. Cimentación	
11.3. Muros de plantas sótano	
11.4. Soportes	
11.5. Forjados	
Tema 12. Edificios de grandes luces	IL15
12.1. Introducción	
12.2. Recintos feriales	
12.3. Polideportivos	
12.4. Auditorios	
12.5. Aeropuertos	
12.6. Estadios	
En la Introducción de las diversas especialidades constructivas (puentes, túneles, carreteras, ferrocarriles, obras hidráulicas, obras marítimas y edificación) se explican los procedimientos de planificación de proyecto y obra, centrados, fundamentalmente, en los gráficos de Gantt y el método PERT o Método del Camino Crítico.	

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. Las explicaciones de carácter teórico se completarán con la presentación de vídeos ilustrativos de los procesos constructivos desarrollados.

Clases prácticas:

A lo largo del curso, y con el formato de “conferencias invitadas” se presentarán algunas obras por los técnicos que las hayan desarrollado, tanto en su fase de proyecto como de construcción.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Si las circunstancias lo permiten se realizarán visitas a proyectos en construcción, ya sea de obras nuevas o de rehabilitación. Estas visitas podrán dar lugar al desarrollo de un trabajo sobre las mismas.

Trabajos autónomos:

El estudiante deberá examinar en profundidad los procedimientos constructivos explicados en clase, asimilando sus implicaciones para la resolución de las preguntas de examen, a corto plazo, y afrontar los que se le presenten en el ejercicio profesional, a medio y largo plazo.

Trabajos en grupo:

Se realizará un trabajo en equipo consistente en la redacción de un documento escrito, en base a un protocolo del trabajo. El profesor podrá solicitar la presentación oral de este trabajo.

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:

- Gómez Hermoso, J., *Técnicas aplicadas de construcción*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM.
- Gómez Hermoso, J. y otros, *Puentes atirantados españoles. 2005-2010. Procesos constructivos*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM, 2011.
- Gómez Hermoso, J y otros, *Procesos constructivos 2. Puentes arco españoles 2005-2010*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM, 2012.
- Gómez Hermoso, J. y otros, *Procesos constructivos 3. Edificios altos españoles 2005-2012, 2015*.

Bibliografía complementaria:

- ACHE, *Construcción de edificios altos*, Publicado por ACHE y Colegio de ICCP, 2008.
- ACHE, *Recomendaciones relativas a seguridad y salud para la ejecución de estructuras de hormigón. Puentes y estructuras de edificación convencionales*, Publicado por ACHE, 2011.
- ACHE, *Proyecto de edificios altos*, Publicado por ACHE, 2013.
- Arévalo Sarrate, C., *Seguridad y Salud en el proceso constructivo*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM.
- Díaz Heredia, E., *Prefabricación*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM.
- Díaz del Río, *Manual de maquinaria de construcción*, McGraw-Hill.
- Flórez de la Colina, M., *Sistemas de elevación. Grúas*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM.
- Organismo Público Puertos del Estado. ROM 2.0/11, *Recomendaciones para Obras Marítimas (2012). Recomendaciones para el proyecto y ejecución de Obras de Atraque y Amarre. Tomo I y II de obras de Abrigo*.
- Vallarino, E., *Tratado básico de presas*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Señor, 2006.



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 (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	Otros actividades	Horas
1	Introducción Tema 1 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 Min
2	Temas 1, 2 y 3 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
3	Tema 4 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
4	Tema 4 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
5	Tema 4 1 h	Conferencia invitada 2 h		Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
6	Temas 4 y 5 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
7	Temas 5 y 6 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
8	Tema 7 1 h	Conferencia invitada 2 h		Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
9	Temas 7 y 8 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min



Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otros actividades	Horas
10	Tema 8 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
11	Tema 8 1 h	Conferencia invitada 2 h		Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
12	Tema 9 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
13	Temas 9, 10 y 11 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
14	Tema 11 1 h	Conferencia invitada 2 h		Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
15	Tema 12 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
Fuera horario				Elaboración del trabajo de curso 13 h 30 min			13 h 30 min
Hasta el examen				Preparación examen final 12 h 15 min	Examen final 2 h		14 h 15 min
Horas	37 h	8 h		74 h 30 min	2 h		121 h 30 min

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