



(INVESTIGACIÓN OPERATIVA)

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Investigación Operativa
Materia	Estadística
Departamento responsable	Departamento de Inteligencia Artificial
Créditos ECTS	6
Carácter	Obligatoria
Titulación	Graduado/a en Matemáticas e Informática por la Universidad Politécnica de Madrid
Curso	3º
Especialidad	No aplica

Curso académico	2013-2014
Semestre en que se imparte	Primer semestre (septiembre a enero)
Semestre principal	5º
Idioma en que se imparte	Castellano



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
FACULTAD DE INFORMÁTICA
Campus de Montegancedo
Boadilla del Monte. 28660 Madrid

2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Antonio Jiménez Martín	2110	ajimenez@fi.upm.es
Alfonso Mateos Caballero (Coord.)	2110	amateos@fi.upm.es

3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

Asignaturas superadas	<ul style="list-style-type: none">• Probabilidades y Estadística I y II• Algebra Lineal
Otros resultados de aprendizaje necesarios	<ul style="list-style-type: none">•



4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CE-2	Formalización y la especificación de problemas reales cuya solución requiere el uso de la informática	2
CE-3	Capacidad de elegir y usar los métodos analíticos y de modelización relevantes	3
CE-4	Capacidad para describir una solución de forma abstracta	3
CE-5	Capacidad de diseñar y realizar experimentos apropiados, interpretar los datos y extraer conclusiones	3
CE-19	Comprensión de la complejidad de los problemas informáticos y la viabilidad de su solución	1
CE-43	Capacidad de realizar búsquedas bibliográficas y de utilizar bases de datos y otras fuentes de información	2
CE-45	Reconocimiento de la necesidad del aprendizaje continuo y de la puesta al día de los conocimientos en el área informática, y adquirir un compromiso con ello.	1
CE-56	Ser capaz de aclarar la relevancia y utilidad de la teoría y las habilidades aprendidas en el contexto académico sobre los acontecimientos del mundo real.	3

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento
Nivel de adquisición 2: Comprensión
Nivel de adquisición 3: Aplicación
Nivel de adquisición 4: Análisis y síntesis



RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA1	Modelizar, resolver y analizar la sensibilidad de problemas de programación lineal continua	CE-2	2
		CE-3	3
		CE-4	3
		CE-5	3
		CE-19	1
		CE-43	2
		CE-45	1
		CE-56	3
RA2	Modelizar y resolver con el método correspondiente distintos problemas de optimización en redes	CE-2	2
		CE-3	3
		CE-4	3
		CE-5	3
		CE-19	1
		CE-43	2
		CE-45	1
		CE-56	3
RA3	Modelizar y resolver problemas de programación entera	CE-2	2
		CE-3	3
		CE-4	3
		CE-5	3
		CE-19	1
		CE-43	2
		CE-45	1
		CE-56	3
RA4	Simular el comportamiento de modelos estocásticos típicos de la Investigación Operativa para estimar sus principales medidas de comportamiento.	CE-2	3
		CE-4	2
		CE-5	3
		CE-19	2
		CE-43	2
		CE-45	1
		CE-56	2
RA5	Aplicar técnicas de simulación para resolver problemas de optimización complejos no lineales	CE-2	3
		CE-4	3
		CE-5	3
		CE-19	1
		CE-43	1
		CE-45	1
		CE-56	1



5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1	Formular modelos de programación lineal	RA1
I2	Aplicar el método del Símplex para resolver problemas de programación lineal continua	RA1
I3	Conocer y aplicar las propiedades de dualidad en programación lineal continua y aplicar el método del Símplex Dual	RA1
I4	Conocer los distintos tipos de análisis de sensibilidad y saber desarrollarlos	RA1
I5	Formular y resolver con el método correspondiente el problema de transporte, el de transbordo y el de asignación.	RA2
I6	Modelizar y resolver problemas de secuenciación y control de redes (CPM y PERT)	RA2
I7	Modelizar y resolver los problemas del camino de longitud mínima y máxima, el de Flujo máximo en redes y el del árbol mínimo de máximo alcance	RA2
I8	Conocer las aplicaciones de la programación entera	RA3
I9	Aplicar los métodos de solución de problemas enteros (algoritmo de ramificación y acotación y métodos de los planos de corte)	RA3
I10	Conocer la importancia de la simulación y los pasos de los que consta un experimento de simulación	RA4
I11	Conocer las principales características de los generadores congruenciales y de otros más complejos que los toman como base.	RA4
I12	Aplicar métodos generales y específicos para generar valores de distintas distribuciones de probabilidad para variables continuas y discretas, univariantes o multivariantes	RA4



INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I13	Conocer la simulación de sucesos discretos y sus principales características	RA4
I14	Utilizar la simulación de sucesos discretos para simular el comportamiento de cadenas de Markov en tiempo discreto y continuo, de redes de colas y de modelos de inventario, y poder estimar medidas de comportamiento de interés en dichos sistemas.	RA4
I15	Aplicar las técnicas de simulación (metaheurísticas) para resolver problemas de optimización complejos no lineales	RA5



EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Realización y entrega de la primera práctica en grupo sobre los indicadores 1, 2, 3 y 4 a través de Moodle	Semanas 1 a 4	Sitio Moodle	10%
Test de conocimientos de los indicadores 1, 2, 3 y 4. Prueba objetiva de elección múltiple, 1 hora de duración	Semana 4	Sitio Moodle	15%
Realización y entrega de la segunda práctica en grupo sobre los indicadores 5, 6 y 7 a través de Moodle	Semanas 5 a 8	Sitio Moodle	10%
Test de conocimientos de los indicadores 5, 6 y 7. Prueba objetiva de elección múltiple, 1 hora de duración	Semana 8	Sitio Moodle	15%
Realización y entrega de la tercera práctica en grupo sobre los indicadores 8 y 9 a través de Moodle	Semanas 9 y 10	Sitio Moodle	10%
Test de conocimientos de los indicadores 8 y 9. Prueba objetiva de elección múltiple, 1 hora de duración	Semana 11	Sitio Moodle	5%
Realización y entrega de la cuarta práctica en grupo sobre los indicadores 10, 11, 12, 13 y 14.	Semana 11 a 15	Sitio Moodle	20%
Test de conocimientos de los indicadores y 10, 11, 12, 13 y 14. Prueba objetiva de elección múltiple, 1 hora de duración	Semana 15	Sitio Moodle	15%
			Total: 100%



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Se describen a continuación los criterios de evaluación para los sistemas de evaluación considerados en la asignatura. El Sistema de evaluación continua será el que se aplicará con carácter general a todos los estudiantes que cursen la asignatura. La guía de aprendizaje se centra por tanto en este sistema y detalla sus actividades de evaluación en los apartados "Evaluación sumativa" y "Cronograma de la asignatura".

Sistema general de evaluación continua

La asignatura de Investigación Operativa se divide en una parte teórica y una parte práctica, siendo necesario superar ambas partes (sacar un nota de 5 o superior) por separado para aprobar la asignatura. La parte teórica se evaluará mediante cuatro tests, en las semanas 4, 8, 11 y 15. La calificación de todos los tests de respuestas múltiples se obtendrá teniendo en cuenta que el número de preguntas que se considerarán como correctas serán:

$$\text{Respuestas correctas} = [\text{respuestas acertadas} - (\text{respuestas no acertadas} / (\text{respuestas posibles} - 1))]$$

Las preguntas no contestadas no suman ni restan.

La parte práctica se evaluará en función de las cuatro memorias de las prácticas entregadas, que se deberán realizar en grupos de tres alumnos, ser escritas con un editor de texto y entregadas en formato pdf.

Para los alumnos que hayan aprobado ambas partes, teórica y práctica, su nota final será la que se obtenga de la media ponderada, con los pesos indicados en el cuadro de la evaluación sumativa, de todas las calificaciones obtenidas en cada uno de los apartados (tests y prácticas).

Los alumnos que no hayan aprobado ambas partes, se les hace la media ponderada, con los pesos indicados en el cuadro de la evaluación sumativa, de todas las calificaciones obtenidas en cada uno de los apartados (tests y prácticas). Si la media ponderada es 3 o superior a 3 tendrán derecho a realizar el examen de recuperación y su calificación será la obtenida en dicho examen. Sin embargo, si la media ponderada es inferior a 3 suspenden la asignatura con la nota media ponderada y no tendrán opción al examen de recuperación.

Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el enunciado del correspondiente examen. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa en las fechas que se determinen.

La convocatoria extraordinaria de julio consistirá en la realización de varios ejercicios relacionados con los diferentes temas impartidos en la asignatura y tendrá una duración mínima de 2 horas.



Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el enunciado del correspondiente examen. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa en las fechas que se determinen.

Durante la realización de los exámenes de test, el alumno no podrá consultar ninguna documentación de apoyo.

Sistema de evaluación mediante sólo prueba final

En la convocatoria ordinaria, la elección entre el sistema de evaluación continua o el sistema de evaluación mediante sólo prueba final corresponde al estudiante. Quien desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final, deberá **OBLIGATORIAMENTE** comunicarlo **DURANTE LOS 15 PRIMEROS DÍAS** a contar desde el inicio de la actividad docente de la asignatura, mediante escrito dirigido al Prof.Coordinador de la asignatura que entregará dentro del plazo establecido.

En dicho escrito deberá constar:

"D. _____ con DNI _____ y nº de matrícula _____,

SOLICITA:

Ser evaluado en este semestre mediante el sistema de evaluación mediante sólo prueba final establecido por las siguientes asignaturas:

- Asignatura _____, titulación _____, curso _____

-

Firmado:

"

Esta solicitud sólo se considerará a los efectos del semestre en curso. En posteriores semestres deberá necesariamente ser cursada de nuevo.

No obstante lo anterior, cuando exista causa sobrevenida y de fuerza mayor que justifique el cambio del proceso de evaluación, el estudiante que haya optado (por omisión) por el sistema de evaluación continua podrá solicitar al Tribunal de la Asignatura ser admitido en los exámenes y actividades de evaluación que configuran el sistema de evaluación mediante sólo prueba final. El tribunal de la asignatura, una vez analizadas las circunstancias que se hagan constar en la solicitud, dará respuesta al estudiante con la mayor antelación a la celebración del examen final que sea posible.

La información completa relativa a este sistema de evaluación puede encontrarla en el siguiente enlace : <http://www.fi.upm.es/?pagina=1147>



Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 1: Programación Lineal	1.1 Formulación de Modelos	I1
	1.2 El Método del Simplex	I2
	1.3 Dualidad	I3
	1.4 Análisis de Sensibilidad	I4
Tema 2: Análisis en Redes	2.1 El Problema de Transporte	I5
	2.2 El Problema de Transbordo	I5
	2.3 El Problema de Asignación	I5
	2.4 Secuenciación y Control en Redes	I6
	2.5 Caminos de Longitud Mínima y Máxima	I7
	2.6 Flujo Máximo en Redes	I7
	2.7 Árbol de Máximo Alcance	I7
Tema 3: Programación Entera	3.1 Aplicaciones de Programación Entera	I8
	3.2 Enumeración Exhaustiva e Implícita	I9
	3.3 Ramificación y Acotación	I9
	3.4 Programación Entera Mixta	I9
	3.5 Programación 0-1	I9
	3.6 Método de los Planos de Corte	I9
Tema 4: Simulación	4.1 Introducción a la Simulación	I10
	4.2 Generación de números aleatorios	I11
	4.3 Generación de variables aleatorias	I12
	4.4 Simulación de sucesos discretos	I13, I14
	4.5 Simulación y optimización	I15

Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

Tabla 7. Modalidades organizativas de la enseñanza

MODALIDADES ORGANIZATIVAS DE LA ENSEÑANZA		
Escenario	Modalidad	Finalidad
	Clases Teóricas	<i>Hablar a los estudiantes</i>
	Seminarios-Talleres	<i>Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes</i>
	Clases Prácticas	<i>Mostrar a los estudiantes cómo deben actuar</i>
	Prácticas Externas	<i>Completar la formación de los alumnos en un contexto profesional</i>
	Tutorías	<i>Atención personalizada a los estudiantes</i>
	Trabajo en grupo	<i>Hacer que los estudiantes aprendan entre ellos</i>
	Trabajo autónomo	<i>Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje</i>

Tabla 5. Métodos de enseñanza

MÉTODOS DE ENSEÑANZA		
	Método	Finalidad
	Método Expositivo/Lección Magistral	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante
	Estudio de Casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
	Resolución de Ejercicios y Problemas	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos
	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
	Aprendizaje orientado a Proyectos	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos
	Aprendizaje Cooperativo	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
	Contrato de Aprendizaje	Desarrollar el aprendizaje autónomo

Se conoce como método expositivo "la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida". Esta metodología -también conocida como lección (lecture)- se centra fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. El término "lección magistral" se suele utilizar para denominar un tipo específico de lección impartida por un profesor en ocasiones especiales.

Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

Situaciones en las que se solicita a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Es tanto un método, a utilizar entre otros, como un enfoque global de la enseñanza, una filosofía.

Un acuerdo establecido entre el profesor y el estudiante para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, con una supervisión por parte del profesor y durante un periodo determinado. En el contrato de aprendizaje es básico un acuerdo formalizado, una relación de contraprestación recíproca, una implicación personal y un marco temporal de ejecución.



BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

CLASES DE TEORIA	Durante una clase de teoría o lección magistral, el profesor realiza una exposición verbal de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, mediante la cual suministra a los alumnos información esencial y organizada procedente de diversas fuentes con unos objetivos específicos predefinidos (motivar al alumno, exponer los contenidos sobre un tema, explicar conocimientos, efectuar demostraciones teóricas, presentar experiencias, etc.) pudiendo utilizar para ello, además de la exposición oral, otros recursos didácticos (audiovisuales, documentos, etc.)
CLASES DE PROBLEMAS	Este método de enseñanza se utiliza como complemento de la clase de teoría (lección magistral) y se basa en solicitar a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. La intención principal es la de aplicar lo ya aprendido para favorecer la comprensión tanto de la importancia como del contenido de un nuevo tema, afianzar conocimientos y estrategias y su aplicación en las situaciones prácticas que se planteen.
PRÁCTICAS	
TRABAJOS AUTONOMOS	El trabajo autónomo que tiene que realizar el alumno es asimilar todo lo que se le ha querido transmitir en las clases de teoría y problemas, para lo cual deberá consultar todas las fuentes de información que considere adecuadas, tales como, apuntes, bibliografía, Internet, documentación suministrada en la plataforma virtual Moodle,... El objetivo fundamental del trabajo autónomo es desarrollar en el alumno la capacidad del autoaprendizaje.
TRABAJOS EN GRUPO	El trabajo en grupo es el complemento al trabajo autónomo. Lo que el alumno no ha sido capaz de aprender de forma autónoma puede aprenderlo trabajando en grupo. El objetivo fundamental es realizar un aprendizaje cooperativo, para desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa. Es decir, los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales.
TUTORÍAS	



6. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
	S. Ríos Insua, A. Mateos, C. Bielza y A. Jiménez (2004), Investigación Operativa: Modelos Determinísticos y Estocásticos, Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.
BIBLIOGRAFÍA	H.A. Taha (2004), Investigación de Operaciones, Prentice Hall, México.
	S. Ríos Insua, D. Ríos Insua, A. Mateos, J. Martín y A. Jiménez (2006), Problemas de Investigación Operativa: Programación Lineal y Extensiones, RA-MA.
	D. Ríos Insua, S. Ríos Insua, J. Martín y A. Jiménez (2008), Simulación: Métodos y Aplicaciones, RA-MA.
	A. Law y W. Kelton (1991) Simulation Modeling and Analysis, Academic Press.
	WinQSB (1998) Decision Support Software for MS/OM, Yih-Long Chang, Wiley, New York.
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura
	Sitio Moodle de la asignatura (http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual/course/category.php?id=17)
EQUIPAMIENTO	Laboratorio
	Aula
	Sala de trabajo en grupo



7. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (9 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de contenidos del Tema 1 (Apartados 1.1 y 1.2), véase la tabla de Contenidos Específicos, (1.5 hora) • Resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 (Apartados 1.1 y 1.2), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2.5 horas) 	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (2 horas)	•	•
Semana 2 (9 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de contenidos del Tema 1 (Apartado 1.3), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) • Resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 (Apartado 1.3), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) 	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (2 horas)	•	•
Semana 3 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de contenidos del Tema 1 (Apartado 1.4), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) • Resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 (Apartado 1.4), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) 	•	• Estudio (3horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•



Semana 4 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (Apartado 2.1), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) Resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (Apartado 2.1), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) 	•	• Estudio (3horas)	• Realización y entrega de la 1ª Práctica en Grupo (2 horas)	• Realización de un test de preguntas múltiples (1 hora) (sitio moodle)	•
Semana 5 (10.5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos del Tema 2 (Apartados 2.2 y 2.3), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) Resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (Apartados 2.2 y 2.3), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) 	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 2ª Práctica en Grupo (3.5 horas)	•	•
Semana 6 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos del Tema 2 (Apartado 2.4), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) Resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (Apartado 2.4), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) 	•	• Estudio (3horas)	• Realización de la 2ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 7 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos del Tema 2 (Apartados 2.5, 2.6 y 2.7), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) Resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (Apartado 2.5, 2.6 y 2.7), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2 horas) 	•	• Estudio (3horas)	• Realización de la 2ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•



Semana 8 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (Apartado 2.5, 2.6 y 2.7), véase la tabla de Contenidos Específicos, (1.5 horas) Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 3 (Apartados 3.1, 3.2 y 3.3), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2.5horas) 	•	• Estudio (3horas)	• Realización y entrega de la 2ª Práctica en Grupo (2 horas)	• Realización de un test de preguntas múltiples (1 hora) (sitio moodle)	•
Semana 9 10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 3 (Apartados 3.4 y 3.5), véase la tabla de Contenidos Específicos, (4 horas) 	•	• Estudio (3horas)	• Realización de la 3ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 10 (9 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 3 (Apartado 3.6), véase la tabla de Contenidos Específicos, (1.5 horas) Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 (Apartados 4.1 y 4.2), véase la tabla de Contenidos Específicos, (2.5horas) 	•	• Estudio (3horas)	• Realización y entrega de la 3ª Práctica en Grupo (2 horas)	•	•
Semana 11 (9 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 (Apartados 4.2 y 4.3), véase la tabla de Contenidos Específicos, (4 horas) 	•	• Estudio (4horas)	•	• Realización de un test de preguntas múltiples (1 hora) (sitio moodle)	•
Semana 12 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 (Apartados 4.3), véase la tabla de Contenidos Específicos, (4 horas) 	•	• Estudio (4horas)	• Realización de la 4ª Práctica en Grupo (2 horas)	•	•



Semana 13 (11horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 (Apartados 4.3 y 4.4), véase la tabla de Contenidos Específicos, (4 horas) 	•	• Estudio (5 horas)	• Realización de la 4ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 14 (11 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 (Apartados 4.4 y 4.5), véase la tabla de Contenidos Específicos, (4 horas) 	•	• Estudio (4horas)	• Realización de la 4ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 15 (13 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 (Apartado 4.5), véase la tabla de Contenidos Específicos,(4 horas) 	•	• Estudio (4horas)	• Realización de la 4ª Práctica en Grupo (3 horas)	• Realización de un test de preguntas múltiples y corrección del mismo (2 horas) (sitio moodle)	•
Semana 16 (10.5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de ejercicios prácticos (4 horas) 	•	Estudio (3 horas)	• Realización y entrega de la 4ª Práctica en Grupo (1.5 horas)	• Realización de un test de preguntas múltiples (2 horas)	•

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
FACULTAD DE INFORMÁTICA
Campus de Montegancedo
Boadilla del Monte. 28660 Madrid