



(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	Optativa
Titulación	Graduado/a en Ingeniería Informática por la Universidad Politécnica de Madrid
Curso	3º
Especialidad	No aplica

Curso académico	2014-2015
Semestre en que se imparte	Primer semestre (septiembre a enero)
Semestre principal	5º
Idioma en que se imparte	Castellano



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• Álgebra Lineal• Cálculo II
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 lineal 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	Modelizar y resolver problemas de programación lineal multiobjetivo	CE-2	2
		CE-3	3
		CE-4	3
		CE-5	1
		CE-19	1
		CE-43	1
		CE-45	2
		CE-56	3
RA5	Modelizar y resolver problemas de programación no lineal	CE-2	2
		CE-3	3
		CE-4	3
		CE-5	1
		CE-19	2
		CE-43	1
		CE-45	2
		CE-56	3



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 las aplicaciones de la programación lineal multiobjetivo	RA4
I11	Aplicar los métodos de solución de problemas lineales multiobjetivo	RA4
I12	Conocer las aplicaciones de la programación no lineal	RA5
I13	Aplicar los métodos de solución de problemas de optimización no lineales	RA5



EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Test de conocimientos de los indicadores 1, 2, 3 y 4. Prueba objetiva de elección múltiple, 2 horas de duración	Semana 4	Aula asignada	15%
Realización y entrega de la primera práctica en grupo sobre los indicadores 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	Semanas 5 a 8	Sitio Moodle	20%
Test de conocimientos de los indicadores 5, 6 y 7. Prueba objetiva de elección múltiple, 2 horas de duración	Semana 8	Aula asignada	15%
Test de conocimientos de los indicadores 8 y 9. Prueba objetiva de elección múltiple, 2 horas de duración	Semana 10	Aula asignada	10%
Realización y entrega de la segunda práctica en grupo sobre los indicadores 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14.	Semana 9 a 16	Sitio Moodle	20%
Test de conocimientos de los indicadores y 10, 11, 12 y 13. Prueba objetiva de elección múltiple, 2 horas de duración	Semana 16	Aula asignada	20%
			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, 10 y 16. 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:

Preguntas correctas = [respuestas acertadas – (respuestas no acertadas/(respuestas posibles -1)]

Las preguntas no contestadas no suman ni restan. Para hacer media entre los tests el alumno deberá haber obtenido una calificación de al menos un 3 en todos ellos.

La parte práctica se evaluará en función de las dos 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 hacer media entre las prácticas el alumno deberá haber obtenido una calificación de al menos un 3 en ambas.

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: Programación Lineal Multiobjetivo	4.1 Introducción a la Programación Lineal Multiobjetivo	I10
	4.2 Método del Simplex Multiobjetivo	I11
	4.3 Método de las ponderaciones	I11
	4.4 Método de las ϵ – restricciones	I11
	4.5 Programación por metas	I11
	5.1 Introducción a la Programación no	I12



POLITÉCNICA

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

Tema 5: Programación no Lineal	Lineal	
	5.2 Conceptos previos de Cálculo Infinitesimal	I12
	5.3 Optimización no Restringida unidimensional	I13
	5.4 Optimización no Restringida Multidimensional	I13
	5.5 Optimización Restringida	I13

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 8. 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	
BIBLIOGRAFÍA	A. Mateos, S. Ríos Insua, A. Jiménez y Ángel J. Fernández, Investigación Operativa: Ejercicios y Aplicaciones, Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2006.
	S. Ríos Insua, A. Mateos, C. Bielza y A. Jiménez (2004), Investigación Operativa: Modelos Determinísticos y Estocásticos, Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.
	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.
	H.A. Taha (2004), Investigación de Operaciones, Prentice Hall, México.
	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)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 (4 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (2 horas)	•	•
Semana 2 (10 horas)	Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 (4 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 3 (11 horas)	Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 (4 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (4 horas)	•	•
Semana 4 (13 horas)	Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (2 horas)	•	• Estudio (5 horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (4 horas)	• Realización de un test de preguntas múltiples del Tema 1 (2 horas) (Aula asignada)	•
Semana 5 (11 horas)	Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (4 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (4 horas)	•	•
Semana 6 (10 horas)	Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (4 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 7 (10 horas)	Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 (4 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 1ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 8 (10 horas)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 3 (2 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización y entrega de la 1ª Práctica en Grupo (3 horas)	• Realización de un test de preguntas múltiples del Tema 2 (2 horas) (Aula asignada)	•



Semana 9 (10 horas)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 3 (4 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 2ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 10 (10 horas)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 3 (2 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 2ª Práctica en Grupo (3 horas)	• Realización de un test de preguntas múltiples del Tema 3 (2 horas) (Aula asignada)	•
Semana 11 (8 horas)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 (4 horas)	•	• Estudio (4 horas)	•	•	•
Semana 12 (11 horas)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 (4 horas)	•	• Estudio (4 horas)	• Realización de la 2ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 13 (11 horas)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 (2 horas) • Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 5 (2 horas)	•	• Estudio (4 horas)	• Realización de la 2ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 14 (11 horas)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 5 (4 horas)	•	• Estudio (4 horas)	• Realización de la 2ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 15 (10 horas)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 5 (4 horas)	•	• Estudio (3 horas)	• Realización de la 2ª Práctica en Grupo (3 horas)	•	•
Semana 16 (7 horas)	• Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 5 (2 horas)	•	Estudio (3 horas)	•	• Realización de un test de preguntas múltiples de los Temas 4 y 5 (2 horas) (Aula asignada)	•

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