

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre	Investigación Operativa
Código	DOI-TEL-222
Titulación	Grado en Ingeniería Telemática
Curso	2º
Cuatrimestre	2º
Créditos ECTS	4.5 ECTS
Carácter	Básico
Departamento	Organización Industrial
Área	Estadística e Investigación Operativa
Universidad	Comillas
Horario	
Profesores	Andrés Ramos
Descriptor	

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Andrés Ramos
Departamento	Organización Industrial
Área	Estadística e Investigación Operativa
Despacho	SM26.P-103
e-mail	Andres.Ramos@upcomillas.es
Horario de Tutorías	Martes de 12:00 a 14:00

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería Telemática, esta asignatura pretende profundizar y ampliar los conocimientos de técnicas matemáticas de apoyo a la toma de decisiones.

Al finalizar el curso los alumnos dominarán la formulación y el modelado de problemas de optimización y decisión, conocerán las diferentes alternativas de modelado y las técnicas existentes para resolver modelos de investigación operativa. En particular se pretende conseguir que el alumno sea capaz de:

- reconocer los diversos campos en los que se aplican técnicas de la investigación operativa
- modelar y resolver problemas de optimización y de decisión de naturaleza diversa
- comprender y aplicar técnicas empleadas para la toma de decisiones
- analizar e interpretar las soluciones obtenidas de las distintas técnicas aplicadas
- resolver modelados de problemas de optimización utilizando un lenguaje algebraico de modelado
- analizar y sintetizar la información recibida y transmitir en forma adecuada, tanto en forma escrita como verbal, el contenido de la práctica de optimización
- aprender a trabajar en equipo en la realización de la práctica

Esta asignatura tiene un carácter mixto teórico-práctico por lo que a los componentes teóricos se les añaden los de carácter práctico, tanto la resolución de cuestiones numéricas como la realización de trabajos prácticos de modelado en los que se ejercitarán los conceptos estudiados.

Prerrequisitos

Conocimientos básicos de álgebra.

Competencias - Objetivos

Competencias Genéricas del título-curso

CG3.	Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
CG4.	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico de telecomunicación.
CG7.	Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
CG8.	Conocer y aplicar elementos básicos de economía y de gestión de recursos humanos, organización y planificación de proyectos, así como de legislación, regulación y normalización en las telecomunicaciones.
CG9.	Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

Competencias de Formación Básica de Telecomunicaciones

CFB1.	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CFB2.	Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

Competencias Específicas y Resultados de Aprendizaje¹

CE3. Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios telemáticos utilizando herramientas analíticas de planificación, de dimensionado y de análisis.
RA1. Reconocer los diversos campos en los que se aplican técnicas de gestión de operaciones
RA2. Modelar sistemas característicos de diferentes sectores empresariales mediante técnicas de gestión de operaciones

¹ Los resultados de aprendizaje son indicadores de las competencias que nos permiten evaluar el grado de dominio que poseen los alumnos. Las competencias suelen ser más generales y abstractas. Los R.A. son indicadores observables de la competencia

- RA3. Comprender y aplicar técnicas empleadas en la toma de decisiones que afectan al comportamiento de sistemas
- RA4. Analizar e interpretar las soluciones obtenidas de las distintas técnicas aplicadas
- RA5. Plantear y resolver modelos concretos de sistemas utilizando un lenguaje algebraico de modelado
- RA6. Analizar y sintetizar la información recibida y transmitir en forma adecuada, tanto en forma escrita como verbal, el contenido de la práctica de modelado realizada
- RA7. Aprender a trabajar en equipo en la realización de prácticas

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

BLOQUE 1: Modelado

Las líneas básicas contenidas en el programa se articulan alrededor de los conceptos fundamentales del modelado de problemas de optimización y sus algoritmos de resolución.

Tema 1: OPTIMIZACIÓN Y MODELADO

- 1.1 El modelado en la investigación operativa
- 1.2 Modelos de programación lineal, de programación entera, de programación no lineal, de programación multiobjetivo o de programación por metas.
- 1.3 Software de optimización.

BLOQUE 2: Algoritmos de solución

Tema 2: PROGRAMACIÓN LINEAL: MÉTODO SIMPLEX

- 2.1 Resolución gráfica. Geometría de la programación lineal. Álgebra de la programación lineal
- 2.2 Algoritmo del Simplex
- 2.3 Variables artificiales. Múltiples óptimos

Tema 3: DUALIDAD Y SENSIBILIDAD

- 3.1 Propiedades fundamentales de la dualidad
- 3.2 Simplex dual
- 3.3 Interpretación económica
- 3.4 Análisis de sensibilidad

Tema 4: PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA

- 4.1 Método de ramificación y acotamiento

BLOQUE 3: Teoría de la decisión

Tema 5: TEORÍA DE LA DECISIÓN

- 5.1 Teoría de la decisión. Decisión frente a incertidumbre. Procesos polietápicos
- 5.2 Teoría de juegos. Teorema de Nash. Juegos rectangulares de suma nula
- 5.3 Decisión multicriterio. Conjunto eficiente o de Pareto. Programación de compromiso. Programación por metas

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

Metodología Presencial: Actividades

1. **Lección expositiva:** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante y a continuación se explicarán una serie de problemas tipo, gracias a los cuáles se aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y la resolución de problemas del tema.
2. **Resolución en clase de problemas propuestos:** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas análogos y de mayor complejidad de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
3. **Prácticas de modelado.** Se realizarán en grupos y en ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, familiarizándose con el entorno material y humano del trabajo en el desarrollo de un modelo.

Metodología No Presencial: Actividades

1. Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.
2. Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.
3. Resolución grupal de problemas propuestos.
4. Realización de una práctica de optimización

El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los diferentes tipos de problemas.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas modelado	Evaluación
27	9	5	4
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre problemas	Realización de trabajos colaborativos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos
23	30	26	11
CRÉDITOS ECTS:			4.5 (135 horas)

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
Realización de exámenes: <ul style="list-style-type: none"> Examen Intercuatrimstral Examen Final 	<ul style="list-style-type: none"> Comprensión de conceptos. Aplicación de conceptos a la resolución de problemas. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. 	70%
Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que tener al menos 4 puntos sobre 10 en la nota de exámenes de la asignatura.		
Realización de prácticas de optimización	<ul style="list-style-type: none"> Capacidad de trabajo en grupo. Presentación y comunicación oral y escrita. 	20%
Ejercicios y prácticas en clase y fuera de clase.	<ul style="list-style-type: none"> Comprensión de conceptos. Aplicación de conceptos a la resolución de problemas. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Presentación y comunicación oral. 	10%

Calificaciones.

Calificaciones

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- Un 20 % la calificación de la práctica de optimización y su presentación oral.
- Un 10 % la calificación de la participación activa del alumno en la resolución de problemas en clase, entregas periódicas de problemas resueltos y el control de asistencia a clase.
- Un 70 % la calificación de exámenes (20 % la calificación del intercuatrimestral y 50 % la del examen cuatrimestral). En cualquier caso para aprobar la asignatura se exigirá una calificación mínima de 4.0 en la nota de exámenes.

Convocatoria Extraordinaria

- Un 20 % la calificación que obtuvo el alumno en su práctica de optimización.
- Un 10 % la calificación de la participación del alumno en clase y fuera de clase.
- Un 70 % la calificación del examen de la convocatoria extraordinaria.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA²

Actividades no presenciales	Fecha de realización	Fecha de entrega
<ul style="list-style-type: none"> Lectura y estudio de los contenidos 	Después de cada	

² En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.

teóricos en el libro de texto	clase	
• Resolución de los problemas propuestos	Semanalmente	
• Asignación de la práctica de optimización	Semana 3	
• Realización de la práctica de optimización	Semanas 4 y 5	Semanas 4 (preliminar) y 5 (final)
• Presentación de la práctica de optimización	Semana 12	
• Preparación de examen intercuatrimestral y final	Marzo y Mayo	

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- Frederick S Hillier, Gerald J Lieberman *Introduction to Operations Research*, 9/e. McGraw-Hill Higher Education. 2014
- A. Ramos, P. Sánchez, J.M. Ferrer, S. Wogrin. *Modelos Matemáticos de Optimización*. 2013.
(http://www.iit.upcomillas.es/aramos/simio/apuntes/a_mmo1a.pdf)
(http://www.iit.upcomillas.es/aramos/simio/apuntes/a_mmo1b.pdf)
- A. Ramos, P. Sánchez, J.M. Ferrer, S. Wogrin. *Modelos Matemáticos de Técnicas Específicas de Optimización*. 2013. (http://www.iit.upcomillas.es/aramos/simio/apuntes/a_mmo2.pdf)

Bibliografía Complementaria

- Sarabia, A. *La investigación operativa. Una herramienta para la adopción de decisiones*. Universidad Pontificia Comillas. 1996

Material Complementario

- Presentaciones de teoría (http://www.iit.upcomillas.es/aramos/intro_simio.htm)
- Problemas resueltos (<http://www.iit.upcomillas.es/aramos/IO.htm>)
- Exámenes resueltos (<http://www.iit.upcomillas.es/aramos/IO.htm>)
- Prácticas de modelado (<http://www.iit.upcomillas.es/aramos/IO.htm>)

FICHA RESUMEN

Ver páginas siguientes.

GUÍA DOCENTE
CURSO 2014-15



Sesión	Contenido	Tema	Actividades Formativas Presenciales	Actividades Formativas No Presenciales	Entrega	Pres	No Pres	Comentarios para el Profesor
1	Presentación de la asignatura.	1	Lección expositiva			1		
2	Introducción a la optimización y modelado matemático. Definición de Investigación Operativa. Introducción histórica. Definición de optimización. Clasificación de métodos de optimización.	1	Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
3	Modelo y modelado. Etapas en el desarrollo de un modelo.	1	Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
4	Modelado en optimización lineal. Modelo de transporte. Modelo de transbordo. Modelo de asignación de tareas.	1	Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
5	Modelado en optimización lineal entera. Problema de la mochila. Problema de recubrimiento. Problema de empaquetado. Problema del viajante. Problema de coste fijo.	1	Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
6	Problemas de modelado en optimización.	1	Resolución en clase de problemas propuestos	Estudio individual y resolución de problemas propuestos	Entrega de problemas realizados individualmente	1	4	
7	Problemas de modelado en optimización.	1	Resolución en clase de problemas propuestos	Estudio individual y resolución de problemas propuestos	Entrega de problemas realizados individualmente	1	4	
8	Restricciones disyuntivas. Satisfacer k de N ecuaciones. Seleccionar entre N valores. Implicaciones sencillas. Equivalencias entre proposiciones lógicas. Proposiciones lógicas complejas.	1	Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
9	Problemas de modelado en optimización.	1	Resolución en clase de problemas propuestos	Estudio individual y resolución de problemas propuestos		1	4	Asignación de prácticas de las prácticas de optimización.
10	Problemas de modelado en optimización.	1	Resolución en clase de problemas propuestos	Estudio individual y resolución de problemas propuestos		1	4	
11	Lenguajes algebraicos de modelado. Modelo de transporte escrito en GAMS.	1	Lección expositiva	Estudio individual de contenidos prácticos		1	1	
12	Ejecución y análisis de los resultados.	1	Lección expositiva	Realización de la práctica	Entrega preliminar de la formulación de la práctica de optimización	1	6	Recogida del informe preliminar de la práctica.
13	Problemas de modelado en optimización.	1	Resolución en clase de problemas propuestos	Estudio individual y resolución de problemas propuestos	Entrega de problemas realizados individualmente	1	4	
14	Análisis de decisión multicriterio.	5	Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	

GUÍA DOCENTE
CURSO 2014-15

15	Eficiencia de Pareto. Optimización multiobjetivo. Optimización por metas.	5		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
16	Problemas de teoría de la decisión.	5		Resolución en clase de problemas propuestos	Estudio individual y resolución de problemas propuestos	Entrega de problemas realizados individualmente	1	3	
17	Optimización lineal.	2		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
18	Hipótesis. Geometría. Propiedades. Algoritmo simplex. Solución gráfica. Forma estándar.	2		Lección expositiva	Escritura del informe de la práctica		1	2	
19	Solución algebraica.	2		Lección expositiva	Escritura del informe de la práctica		1	2	
20	Óptimos múltiples.	2		Lección expositiva	Realización de la práctica	Entrega de los informes de la práctica de optimización	1	12	Recogida del informe final de la práctica.
21	Sesión práctica en aula informática.	2		Práctica de optimización	Estudio individual de contenidos prácticos		1	2	
22	Degeneración. Caracterización de las soluciones.	2		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
23	Forma tabular.	2		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
24	Examen intercuatrimestral.						1.5	3	
25	Revisión del examen.	2		Resolución en clase de problemas del examen	Estudio individual y resolución de problemas propuestos		1	1	
26	Obtención de solución básica inicial. Método de las dos fases.	2		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
27	Problemas de optimización lineal.	2		Resolución en clase de problemas propuestos	Estudio individual y resolución de problemas propuestos		1	3	
28	Problemas de optimización lineal.	2		Resolución en clase de problemas propuestos	Estudio individual y resolución de problemas propuestos	Entrega de problemas realizados individualmente	1	3	
29	Dualidad.	3		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
30	Problema dual.	3		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
31	Propiedades fundamentales de la dualidad. Interpretación económica. Interpretación gráfica de las variables duales y de los costes reducidos.	3		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	
32	Análisis de sensibilidad. Cambios en las cotas de las restricciones. Cambio en un coeficiente de una variable no básica. Introducción	3		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1	

GUÍA DOCENTE
CURSO 2014-15



	de una nueva variable. Cambio en un coeficiente de una variable básica.							
33	Introducción de una nueva restricción.	3		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1
34	Método simplex dual.	3		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1
35	Optimización lineal entera. Método de ramificación y acotamiento.	4		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1
36	Presentación oral de las prácticas de optimización.	4		Práctica de optimización	Preparación de la presentación de la práctica		1	2
37	Presentación oral de las prácticas de optimización.	4		Práctica de optimización	Preparación de la presentación de la práctica		1	2
38	Teoría de la decisión. Criterios de decisión.	5		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1
39	Árboles de decisión.	5		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1
40	Análisis bayesiano.	5		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1
41	Teoría de juegos.	5		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1
42	Equilibrio en estrategias puras y mixtas. Equilibrio de Cournot. Equilibrio de Bertrand.	5		Lección expositiva	Estudio individual de contenidos teóricos		1	1
43	Examen cuatrimestral.						2.5	5
							45	90