Guía docente de la asignatura

Asignatura	INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN OPERATIVA		
Materia	Investigación Operativa		
Titulación	PROGRAMA DE ESTUDIOS CONJUNTO DE GRADO EN ESTADÍSTICA Y GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA (INDAT)		
Plan	551	**Código**	47078
Periodo de impartición	2º cuatrimestre, 2016-2017	**Tipo/Carácter**	Básica
Nivel/Ciclo	Grado	**Curso**	2º
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	Español, con parte de material y software en inglés		
Profesor/es responsable/s	Ricardo Josa Fombellida		
Datos de contacto (E-mail, teléfono…)	ricar@eio.uva.es (983 186313)		
Horario de tutorías	Lunes, de 12:00 a 13:00. Martes, de 10:00 a 11:00 y de 17:00 a 19:00. Jueves, de 10:00 a 11:00 y de 12:00 a 13:00. También previa cita.		
Departamento	Estadística e Investigación Operativa		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

“Introducción a la Investigación Operativa” es una asignatura básica de 6 ECTS que se imparte en el segundo curso del Doble Grado INdat durante el segundo cuatrimestre. Junto con “Estadística Descriptiva”, “Modelos Probabilísticos”, “Inferencia Estadística I”, “Probabilidad “y “Computación Estadística”, es la asignatura de los dos primeros cursos con contenidos más directamente relacionados con el perfil ‘Estadístico’ de los estudios.

El propósito de esta asignatura es adquirir los primeros conocimientos de formulación y resolución de problemas de optimización, así como los primeros pasos en el manejo de los programas de optimización XPRESS y WinQSB, que sirvan como base a otras asignaturas de contenido de Investigación Operativa que aparecerán en cursos posteriores de la titulación. En su mayor parte está orientada a la modelización de problemas reales de Programación Lineal, a su resolución mediante los programas mencionados y a la interpretación posterior de sus soluciones.

1.2 Relación con otras materias

“Introducción a la Investigación Operativa” guarda relación con las asignaturas de la materia “Investigación Operativa”.

1.3 Prerrequisitos

Se recomienda tener conocimientos muy básicos de Álgebra Lineal.

2. Competencias

2.1 Generales

G1. Capacidad para la gestión de la información: Incluye la capacidad para la búsqueda, manejo y exposición de información relevante de diversas fuentes, así como el manejo de las herramientas TIC necesarias.
G2. Capacidad para la abstracción y el razonamiento crítico: El modelado y análisis de datos de problemas reales exige una elevada capacidad de abstracción, y el razonamiento crítico es necesario para hacer interpretaciones y establecer conclusiones y soluciones con rigor científico.

G3. Capacidad para la puesta al día y el auto-aprendizaje: Incluye la capacidad para la búsqueda de recursos que permitan la solución de nuevos problemas o de nuevas técnicas, en un medio científico y tecnológico en continua evolución.

2.2 Específicas

E1. Recogida y tratamiento de datos: Incluye la capacidad para decidir sobre el diseño del procedimiento de obtención de datos. Capacidad para la búsqueda de información de fuentes diversas y para la elaboración de cuestionarios. Dominio en el manejo de bases de datos y en el tratamiento y depuración de los mismos.
E2. Descripción y síntesis de datos: Esta competencia es la que permitirá describir numéricamente y mediante gráficos diferentes características de interés de variables e individuos de los datos objeto de estudio, localización, escala, diferentes tipos de asociación, outliers… con empleo y adaptación de la herramienta informática apropiada o programación específica.
E3. Ajuste de modelos estadísticos y de investigación operativa: Incluye la capacidad para crear o reconocer un modelo adecuado al problema objeto de estudio. Capacidad para el ajuste del modelo mediante las herramientas estadísticas e informáticas adecuadas.
E4. Análisis de resultados, interpretación y validación de modelos: Incluye la capacidad para la selección y validación de un modelo. Capacidad para la interpretación de los modelos ajustados y las diferencias entre ellos. Empleo de herramientas informáticas específicas.
E5. Extracción de conclusiones: Incluye la capacidad para interpretar los resultados del ajuste de un modelo seleccionado en términos del problema objeto de estudio, evaluando su utilidad y/o proponiendo la necesidad de otras orientaciones del estudio.
E6. Presentación y comunicación de resultados: Incluye la capacidad para presentar los resultados de los análisis realizados, junto a las posibles soluciones a los problemas planteados por los demandantes del estudio en contextos diversos.
E7. Dominio de conceptos y herramientas informáticas a nivel de usuario avanzado: programación, sistemas operativos, algoritmos, computación, inteligencia artificial, aprendizaje automático, almacenes y minería de datos, etc.

2.3 Transversales

Instrumentales

I1. Capacidad de análisis y síntesis
I2. Capacidad de gestión de la información
I3. Capacidad de organización y planificación
I4. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
I5. Resolución de problemas
I6. Comunicación oral y escrita en lengua nativa
I7. Conocimiento de lenguas extranjeras
I8. Toma de decisiones

Personales

P2. Razonamiento crítico
P3. Habilidades en las relaciones interpersonales
P4. Compromiso ético

Sistémicas

S1. Aprendizaje autónomo
S2. Adaptación a nuevas situaciones
S3. Motivación por el trabajo bien hecho
S4. Iniciativa y espíritu emprendedor
S5. Creatividad

3. Objetivos

- Modelizar problemas de optimización lineal, resolverlos mediante el algoritmo del símplex y analizar las soluciones obtenidas.
- Implementar los modelos estudiados mediante software especializado (XPRESS y WinQSB).
- Comprender los diferentes pasos en un proceso de optimización, que van desde la formulación del problema real, la resolución del mismo y análisis posterior, hasta su comunicación pública.
- Potenciar el desarrollo de varias competencias genéricas, demandadas en el ámbito profesional, como son el trabajo en equipo, la presentación de informes, la expresión oral y escrita, así como la capacidad de iniciativa y el sentido crítico.

4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teoría y problemas (T)	31	Estudio y trabajo personal	63
Laboratorios (L)	15	Preparación de examen parcial	8
Presentación de la asignatura	1	Preparación de trabajos de laboratorio	8
Pruebas de evaluación	8	Realización de trabajos escritos	7
		Preparación de exposiciones orales	4
Total presencial	**55**	**Total no presencial**	**90**

5. Bloques temáticos

Bloque 1: Introducción a la Investigación Operativa

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

a. Contextualización y justificación

Ver apartado 1.1

b. Objetivos de aprendizaje

Ver apartado 3.

c. Contenidos

La propuesta que se expone a continuación recoge los contenidos mínimos que el alumno seguirá a lo largo de cada tema. Al final de estos contenidos mínimos se expone la bibliografía básica que se propone para el tema, así como los ejercicios más pertinentes y el tiempo de dedicación a clases teórico-prácticas.

El profesor completará las explicaciones teóricas con algunos ejemplos y los alumnos trabajarán la realización de ejercicios propuestos. Algunos serán corregidos con clases prácticas con la participación de los alumnos. Se entregará a los alumnos diverso material que consistirá aproximadamente en: esquemas teóricos (transparencias), apuntes de XPRESS, listas de ejercicios propuestos y exámenes anteriores.

Temas a desarrollar:

Parte 1: Programación lineal

1.- Introducción a la Investigación Operativa y a la Programación Lineal

- Orígenes. Naturaleza. Panorama general
- El problema general de la Programación Lineal. Ejemplos
- Formulación de modelos básicos de Programación Lineal: análisis de actividades, mezclas, transporte, asignación, selección del proceso en planificación de la producción

Apuntes: formulación (56 páginas) y XPRESS (15 páginas)

Clases en el aula (teoría y problemas): 7 h. Clases prácticas de laboratorio con XPRESS: 2 h

Propuesta de **trabajo en grupo** (con exposición): formulación de un problema (2 h)

2.- Resolución de problemas de Programación Lineal

- Conceptos básicos en Programación Lineal: solución factible, región factible, solución óptima, valor óptimo
- Estandarización de un problema de Programación Lineal
- Solución básica, solución básica factible. Teorema fundamental de la Programación Lineal
- Conjuntos convexos, poliedros y politopos. Puntos extremos y soluciones básicas factibles
- Resolución de un problema de Programación Lineal. Resolución gráfica de un problema con dos variables
- Tipología de soluciones

Apuntes: resolución de problemas (51 páginas)

Clases en el aula (teoría y problemas): 3 h. Clases prácticas de laboratorio con XPRESS y WinQSB: 1 h

3.- El método símplex

- Introducción. Pivoteo y cambio de base. Mejora de una solución básica factible
- El algoritmo del símplex
- El método símplex en forma de tabla
- Adaptación a otras formas del modelo
- Costes reducidos
- Interpretaciones básicas en el método símplex

Apuntes: símplex (41 páginas) y solución básica factible inicial (17 páginas)

Clases en el aula (teoría y problemas): 6 h. Clases prácticas de laboratorio con WinQSB y XPRESS: 5 h

Propuesta de **trabajo individual**: problemas de carácter práctico temas 1-3

4.-Dualidad

- Motivación y formulación del problema dual.
- Relaciones primal-dual.
- Interpretación económica de la dualidad. Precios sombra.
- El método símplex dual.

Apuntes: dualidad (31 páginas)

Clases en el aula (teoría y problemas): 5 h. Clases prácticas de laboratorio con XPRESS: 2 h.

Examen parcial: problemas de carácter práctico (temas 1-4), 2 h

5.-Análisis de sensibilidad y postoptimización

- Motivación de la postoptimización. Análisis de sensibilidad
- Cambios puntuales e intervalos de sensibilidad: cambio en un coeficiente objetivo, cambio en lado derecho de una restricción, adición de una nueva variable, adición de una nueva restricción.

Apuntes: postoptimización (15 páginas)

Clases en el aula (teoría y problemas): 7 h. Clases prácticas de laboratorio con XPRESS: 4 h

Propuesta de **trabajo individual práctico** (con exposición): implementación de un modelo con XPRESS, 2 h

Exposición de **trabajo en grupo**: implementación de un modelo completo con XPRESS, 2 h

Parte 2: Programación lineal multiobjetivo

6.- Introducción a la programación lineal multiobjetivo

- Introducción. Ejemplos
- Enfoques de resolución: método de las restricciones, método de las ponderaciones, programación por metas, método de las prioridades y método minimax.
- Solución eficiente y frontera eficiente

Apuntes: multiobjetivo (10 páginas)

Clases en el aula (teoría y problemas): 3 h. Clases prácticas de laboratorio: 1 h.

d. Métodos docentes

La asignatura se desarrollará mediante la realización de diversas actividades: clases en el aula (tanto teóricas como de problemas), clases prácticas en el laboratorio de informática, tutorías individualizadas, realización de trabajos, prueba en el laboratorio, examen parcial y examen final.

Todas las actividades tienen como objetivo principal el de potenciar el aprendizaje de los alumnos, facilitando la adquisición de cuantos conocimientos y competencias se precise. Las diferentes actividades estarán sujetas a

un proceso de evaluación continua, y algunas permitirán dar la certificación necesaria del aprendizaje. Véase el apartado dedicado a la evaluación del aprendizaje.

El profesor pondrá a disposición de los alumnos diverso material a través del **campus virtual de la UVa** en la **plataforma Moodle.**

e. Plan de trabajo

A continuación se detallan las diferentes actividades que se realizarán a lo largo del curso en el ámbito de la asignatura.

Clases:

- Se expondrán diversos problemas reales en los que se precisa la utilización de los métodos que el alumno aprenderá a manejar en la asignatura.

- La **teoría** básica necesaria será expuesta en clase por el profesor de la asignatura y se ilustrará continuamente su aplicación mediante ejemplos, lo cual llevará a que no podamos diferenciar claramente entre clases de teoría y clases de problemas. No obstante, podemos estimar que la “teoría” ocupará un 35% del tiempo dedicado a las clases.

- En las clases de **problemas**, el profesor junto con los estudiantes corregirá algunos ejercicios propuestos, consistentes en el planteamiento y resolución de modelos de Programación Lineal. Estas clases supondrán el 35% del tiempo dedicado a las clases.

- En las clases **prácticas** con ordenador en el laboratorio de informática, se implementarán y analizarán modelos de Programación Lineal con XPRESS y con WinQSB. Estas clases supondrán el 30% del tiempo dedicado a las clases.

- La participación activa de los alumnos será necesaria en todos los casos, ya se trate de clases de teoría o de prácticas.

Trabajos:

- Se realizará **un trabajo** propuesto por el profesor al finalizar el tema 3. Este trabajo consistirá en la realización de uno o varios problemas, relacionados con los problemas propuestos de la asignatura. Se dará un plazo aproximado de una semana para entregarlo, de forma que el plazo no sea suficientemente largo (que haga coincidir el trabajo con el desarrollo teórico del tema siguiente), ni suficientemente corto (que no haya dado tiempo a estudiar el tema donde se encuadra el trabajo). La realización de este trabajo será individual, aunque la tarea pueda ser la misma para todos los alumnos. Se podrán requerir a los alumnos cuantas explicaciones se consideren oportunas. Inmediatamente después de la fecha de entrega los alumnos tendrán a su disposición las soluciones de los problemas propuestos, así como su trabajo, debidamente corregido y calificado.

- Se realizará **un trabajo** relacionado con las clases prácticas en la parte final del curso. Este trabajo consistirá en el planteamiento y resolución de uno o varios modelos (formulación, obtención de la solución óptima, interpretación y análisis de sensibilidad) con XPRESS. Se realizará una exposición oral del mismo.

- Se propondrán varios **trabajos cortos para realización en grupo**, consistentes en la entrega y exposición oral de ejercicios realizados manualmente o con ordenador.

Examen parcial:

- Al finalizar el tema 4 se realizará un examen/control que consistirá en la realización de varios problemas de naturaleza aplicada.

Examen Final:

- El examen consistirá en varios problemas prácticos sobre el manejo de modelos de Programación Lineal; algunos se resolverán en el aula de informática con XPRESS. Por supuesto estará muy relacionado con las actividades realizadas: trabajos, examen parcial y prácticas con ordenador.

- Convocatoria ordinaria: día 5 de Junio de 2017.

- Convocatoria extraordinaria: día 26 de Junio de 2017.

Tutorías:

- Las **tutorías individualizadas** podrán ser atendidas en la Facultad de Ciencias los lunes, de 12:00 a 13:00, los martes, de 10:00 a 11:00 y de 17:00 a 19:00, y los jueves, de 10:00 a 11:00 y de 12:00 a 13:00, o a cualquier otra hora, previa cita con el profesor. Se recomienda su uso para resolver dudas sobre la asignatura, aunque la asistencia no es obligatoria. También se atenderán dudas por correo electrónico. El profesor podrá convocar a los alumnos cuando lo estime pertinente.

- Algunas horas de tutoría se dedicarán, como se ha indicado, a la entrega, explicación y resolución de los trabajos realizados por los alumnos. Asimismo será en horas de tutoría cuando los alumnos reciban los trabajos y el examen parcial, tras su revisión y evaluación por el profesor.

Se informará de cada actividad de la asignatura mediante el campus virtual. Se recomienda visitarlo permanentemente. Se informará a los alumnos de la celebración de seminarios/conferencias de su interés organizados por el Dpto. de Estadística e I.O., aconsejando su asistencia.

f. Evaluación

Tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria el alumno tiene dos opciones de evaluación:

1. Sistema de evaluación continua: según el plan de trabajo del apartado anterior, en la evaluación se tendrán en cuenta los trabajos propuestos, el examen parcial y el examen final. No se tendrá en cuenta para la evaluación la asistencia a clase, si bien será necesario realizar las actividades evaluables.

2. La calificación final de la asignatura coincide con la del examen final.

g. Bibliografía básica

- Hillier, F., Lieberman, G.J. (2010): *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Ed. McGraw-Hill, 9ª edición
- Winston, W.L. (2005). *Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos.* Ed. Thompson, 4ª edición

h. Bibliografía complementaria

- Barbolla, R., Cerdá, E., Sanz, P. (2001). *Optimización. Cuestiones, ejercicios y aplicaciones a la Economía*. Ed. Prentice Hall
- Barbolla, R., Cerdá, E., Sanz, P. (2011). *Optimización: Programación Matemática y Aplicaciones a la Economía*. Garceta Grupo Editorial
- Calvete Fernández, H., Mateo Collazos, P. (1994). *Programación lineal, entera y meta. Problemas y aplicaciones* .Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza
- Martín Martín, Q., Santos Martín, M. T., de Paz Santana, Y.R. (2003). *Investigación Operativa. Problemas y ejercicios resueltos.* Ed. Prentice Hall, Madrid
- Ríos Insúa, S., Ríos Insúa, D., Mateos, A., Martín, J. (1997). *Programación lineal y aplicaciones. Ejercicios resueltos*. Ed. Ra-Ma

i. Recursos necesarios

Toda la bibliografía recomendada está a disposición de los alumnos, tanto en la **biblioteca de la Facultad de Ciencias** como en la **biblioteca del Departamento** de Estadística e I.O.

En el **campus virtual UVa,** http://campusvirtual.uva.es, se encuentra a disposición de los alumnos diverso material de la asignatura (incluyendo apuntes teóricos, listas de problemas y exámenes de cursos anteriores) que será utilizado extensamente a lo largo del curso.

6. Temporalización

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Programación lineal	6	06/02/2017-26/05/2017

PARTE	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Programación lineal	5.4	06/02/2017-15/05/2017
Programación lineal multiobjetivo	0.6	16/05/2017-26/05/2017

7. Tabla resumen de los instrumentos, procedimientos y sistemas de evaluación/calificación

Convocatorias ordinaria y extraordinaria: La calificación final es la máxima obtenida entre estos dos procedimientos.

1. Evaluación continua:

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Trabajo de teoría/problemas	10%	
Trabajo de prácticas	15%	
Trabajos en grupo	10%	
Examen parcial	15%	
Examen final	50%	El peso es 100% si la calificación obtenida es inferior a 4 puntos sobre 10

2. Sólo examen final:

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final	100%	

8. Consideraciones finales

En la página Web http://www.eio.uva.es/docencia/grado se encuentra diversa información acerca del Grado en Estadística, en particular el calendario de actividades del curso y los horarios.

CALENDARIO DE ACTIVIDADES

Curso 2º INDAT **Cuatrimestre 2º** **Aula en Facultad de Ciencias**

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9 h		Introducción a la Invest. Operativa			
10 h					
11 h				Introducción a la Invest. Operativa	Introducción a la Invest. Operativa
12 h					Introducción a la Invest. Operativa
13 h					

A continuación se presenta el calendario 2016/2017 con las actividades diarias que se prevén desarrollar en la asignatura IIO a lo largo del curso, incluyendo las clases de aula y laboratorio dedicadas a teoría, problemas y prácticas. Las actividades de grupo de anunciarán en el aula y en el campus virtual con suficiente antelación.

Febrero 2017

Lunes	*Martes*	*Miércoles*	*Jueves*	*Viernes*
6	7 P	8	9 T1	10 T1+T1
13	14 T1	15	16 T1	17 L1+L1
20	21 T1	22	23 T1	24 Exposición Trab_grupo1
27	28 T2			

Marzo 2017

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
		1	2 T2	3 T2+L2
6	7 T3	8	9 T3 Enunc. Trab_1	10 Santa Varianza San Gabriel
13	14 T3	15	16 T3	17 L3+L3 Entrega: Trab_1
20	21 T3	22	23 L3	24 L3+L3
27	28 T3	29	30 T4	31 T4+T4

Abril 2017

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
3	4 T4	5	6 SS	7 SS
10 SS	11 SS	12 SS	13 SS	14 SS
17	18 T4	19	20 T5	21 L4+L4
24	25 T5	26	27 T5	28 Examen Parcial

Mayo 2017

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1 Día del Trabajo	2 T5	3	4 T5	5 L5+L5
8	9 T5	10	11 T5	12 L5+L5 Enunc. Trab_2
15	16 T6	17	18 T6	19 Entrega y exposición: Trab_2
22	23 T6	24	25 L6	26 Exposición Trab_grupo2
29	30	31		

Junio 2017 EXÁMENES

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
			1	2
5 Introd. a la Investig. Operativa	6	7	8	9
12	13	14	15	16
19	20	21	22	23
26 Introd. a la Investig. Operativa	27	28	29	30

Actividades: P: presentación; Ti: clase de teoría o problemas en el aula del tema i-ésimo del programa; Li: práctica con ordenador del tema i-ésimo; Trab_i (trabajo i-ésimo)