

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

| | | | |
|--|---|----------------------|-------------|
| Asignatura | MÉTODOS CUANTITATIVOS EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN I | | |
| Materia | Investigación Operativa | | |
| Módulo | | | |
| Titulación | GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL | | |
| Plan | 447 | Código | 42507 |
| Periodo de impartición | Primer cuatrimestre | Tipo/Carácter | Obligatorio |
| Nivel/Ciclo | Grado | Curso | 3º |
| Créditos ECTS | 4.5 | | |
| Lengua en que se imparte | Español. Una parte de la bibliografía de estudio, material de trabajo y software estará en inglés, con el objetivo de desarrollar la capacidad de funcionar en contextos internacionales de forma adecuada. | | |
| Profesor/es responsable/s | Ricardo Josa Fombellida y Juan Camilo Yepes Borrero | | |
| Datos de contacto (E-mail, teléfono...) | ricardo.josa@uva.es (983 186313) juancamilo.yepes@uva.es (983 185962) | | |
| Departamento | Estadística e Investigación Operativa | | |
| Fecha de revisión por el Comité de Título | 09/07/2024 | | |

1. Situación / Sentido de la Asignatura**1.1 Contextualización**

"Métodos Cuantitativos en Ingeniería de Organización I" es una asignatura básica de 4.5 ECTS que se imparte en el tercer curso del Grado en Ingeniería en Organización Industrial durante el primer cuatrimestre.

El propósito de esta asignatura es adquirir los primeros conocimientos de formulación y resolución de problemas de optimización que se dan en el entorno de Organización Industrial, así como el manejo del entorno de modelización-optimización Xpress-Mosel, que puedan servir como herramienta en otras asignaturas posteriores de la titulación y, por supuesto, en el ámbito laboral. En su mayor parte, la asignatura está orientada a la modelización de problemas reales de Programación Lineal (especialmente en el contexto de organización industrial considerando problemas estáticos y dinámicos de planificación de la producción), Transporte y Programación Lineal Entera (dada la necesidad real de utilizar variables enteras y modelización con restricciones lógicas también en contextos de ingeniería). Se dedicarán varias sesiones a la resolución de problemas mediante el programa mencionado y a la interpretación posterior de sus soluciones a nivel individual y grupal.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura guarda relación con varias del Grado donde se puede aplicar la metodología de la materia "Investigación Operativa", haciendo posible la interdisciplinariedad en el ámbito de la Ingeniería de Organización.

1.3 Prerrequisitos

Se recomienda tener conocimientos básicos de Álgebra Lineal.



2. Competencias

2.1 Generales

- CG1. Capacidad de análisis y síntesis.
- CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- CG3. Capacidad de expresión oral.
- CG4. Capacidad de expresión escrita.
- CG5. Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
- CG6. Capacidad de resolución de problemas.
- CG7. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG8. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
- CG9. Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.
- CG10. Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos.
- CG11. Capacidad para la creatividad y la innovación.
- CG12. Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua.

2.2 Específicas

CE21. Comprensión y dominio de métodos cuantitativos, algoritmos, optimización, redes y grafos, teoría de colas, toma de decisiones, modelado, simulación, validación, en el ámbito de los sistemas industriales, económicos y sociales.

3. Objetivos

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en el contexto de organización industrial.
- Modelar problemas reales de optimización lineal, de transporte y optimización entera, además de aplicar de forma pertinente los algoritmos y métodos básicos para su resolución.
- Modelar condiciones lineales y no lineales mediante variables binarias.
- Reconocer la importancia de aplicar los algoritmos básicos necesarios para la resolución de problemas de optimización lineales continuos, de problemas con números enteros y de problemas de transporte.
- Implementar y resolver los modelos estudiados mediante programas de modelización-optimización especializados.
- Gestionar actividades responsabilizándose de la toma de decisiones.
- Analizar e interpretar correctamente las soluciones y los resultados obtenidos.
- Conocer las principales técnicas heurísticas en el contexto de organización industrial.
- Funcionar en equipo y trabajar de forma autónoma.
- Organizar y planificar el tiempo, reconociendo la necesidad de formación continua propia.
- Aplicar el razonamiento crítico.
- Comunicar y expresar correctamente información e ideas en terminología de la materia tanto de forma oral como escrita.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: "Métodos Cuantitativos en Ingeniería de Organización I"

Carga de trabajo en créditos ECTS: 4.5

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.

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: apuntes teóricos, apuntes de XPRESS y listas de ejercicios propuestos.

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 y restricciones de recursos.
- Análisis pos-óptimo. Interpretación de costos reducidos, precios sombra y holguras.

2.- Problemas estáticos de planificación de la producción

- Esquemas básicos en planificación de la producción.
- El problema product-mix sin/con costes de recursos.
- El problema de selección del proceso. Problemas combinados.
- Problemas de mezclas de materiales.

3.- Problemas dinámicos de planificación de la producción (caso multiperíodo)

- Problemas de planificación de la producción multiperíodo con uno o varios métodos de producción y uno o varios productos.
- Problemas de planificación de la producción y la mano de obra.

Parte 2: Problemas de transporte

4.- Problemas de transporte y distribución

- El problema general del transporte. Modelos y métodos heurísticos.
- Variantes del problema del transporte: con cotas superiores, rutas prohibidas, maximización, transporte multiproducto, multimodal, con costos de producción y transporte en dos etapas.

Parte 3: Programación entera

5.- Introducción a la programación lineal entera

- Clasificación de problemas de Programación Entera.
- Programación binaria pura: ejemplos.
- Modelización de restricciones lógicas con variables binarias.
- Problemas con costos fijos.

6.- Problemas de asignación

- Problemas de asignación clásicos.
- Problemas de asignación generalizada.
- Problemas de transporte con fuente única.

7.- Problemas de cargas y empaquetamiento

- El problema de la mochila de dimensión 1 (Knapsack).
- El problema de mochila múltiple (Múltiple Knapsack).
- El problema de la mochila multidimensional (MKP).
- El problema Bin Packing o empaquetado de objetos.

8.- Problemas con economías de escala

- Introducción.
- Funciones lineales a trozos. Programación Separable.
- Economías y dis-economías de escala.
- El modelo incremental.
- Descuento en todas las unidades o rappels.

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 dos trabajos (entrega de ejercicios) grupales, uno de ellos a realizar de forma manual y otro con ordenador, y un examen final con dos partes, una de realización y otra con ordenador.

Se completarán las explicaciones teóricas con varios ejemplos para resolver problemas reales y el alumnado trabajará tanto de forma autónoma como grupal la realización de ejercicios propuestos. Algunos serán corregidos en clases prácticas con la participación activa de los alumnos. Se entregará a los alumnos diverso material que consistirá en: apuntes teóricos, apuntes de Xpress-Mosel y listas de ejercicios propuestos. Se realizarán cuatro clases de laboratorio en un aula de informática para resolver problemas con Xpress-Mosel, dos sobre problemas tratados en la primera parte de la asignatura, uno sobre la segunda parte y otro sobre la tercera.

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. Véanse los apartados dedicados a la evaluación.

Los profesores pondrán diverso material a disposición de los alumnos a través del **campus virtual de la UVa**.

e. Plan de trabajo

La metodología usada en esta asignatura se apoya en las siguientes actividades.

Clases con pizarra

- Los fundamentos teóricos necesarios serán expuestos en clases magistrales y se ilustrará continuamente su aplicación mediante ejemplos prácticos en el ámbito de la Ingeniería, lo cual conduce claramente a la fusión entre clases de teoría y clases de problemas, dedicando algunas sesiones solamente a la resolución de problemas.
- Se presentarán algunos ejercicios propuestos en los que se precisa la utilización de los métodos que el alumno aprenderá a manejar en la asignatura, consistentes en el planteamiento y resolución de modelos de Programación Lineal, de Transporte y de Programación Lineal Entera.

Clases en el laboratorio

- En los laboratorios con ordenador se implementarán, resolverán y analizarán con Xpress-Mosel los diferentes modelos vistos en las clases con pizarra. A lo largo del curso se irán realizando cuatro prácticas.

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

Trabajos en equipo

- Los alumnos deberán realizar dos **trabajos** en grupo dirigidos a la descripción, formulación y resolución de problemas. Uno de ellos será a realizar de forma manual y otro con parte o toda la resolución con Xpress.
- En cada entrega de problemas prácticos en laboratorio se deberá incluir: la descripción del problema y su formulación, las salidas obtenidas para su resolución, y el análisis y comentarios de la solución propuesta.
- Los profesores podrán proponer que los alumnos **expongan** públicamente los trabajos realizados.



Tutorías

- El horario y el lugar de realización de las **tutorías individualizadas** se indicarán en el campus virtual. No obstante, las tutorías podrán hacerse en cualquier otra hora, previa cita por correo electrónico con los profesores. Se recomienda su uso para resolver dudas sobre la asignatura, aunque la asistencia no es obligatoria. También se atenderán dudas online 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, y de la corrección de entregas y exámenes con su calificación.

Examen final

Su objetivo es comprobar que el alumno ha entendido la teoría, sabe formular problemas y es capaz de resolver los problemas formulados (bien a mano o bien usando el ordenador, según corresponda). Constará de: 1) examen escrito, basado en formulación de problemas y cuestiones de modelización; y 2) examen de prácticas, que incluye la resolución de problemas con ordenador (Mosel).

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. y relacionados con la asignatura, aconsejando su asistencia.

f. Evaluación

En la convocatoria ordinaria se seguirá el sistema de evaluación continua. No se tendrá en cuenta para la evaluación la asistencia a clase, si bien será necesario realizar las actividades evaluables.

En la convocatoria extraordinaria hay dos procedimientos de evaluación: el indicado anteriormente de evaluación continua y sólo teniendo en cuenta la calificación del examen final. Se utilizará el procedimiento más favorable para el estudiante.

Se recomienda la asistencia a las prácticas de laboratorios porque una entrega grupal y una parte del examen final tiene relación directa con ellas.

g Material docente

Esta sección será utilizada por la Biblioteca para etiquetar la bibliografía recomendada de la asignatura (curso) en la plataforma Leganto, integrada en el catálogo Almena y a la que tendrán acceso todos los profesores y estudiantes. Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tendrán acceso, en breve, a la plataforma Leganto para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas") de forma que en futuras guías solamente tendrán que poner el enlace permanente a Leganto, el cual también se puede poner en el Campus Virtual.

g.1 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

g.2 Bibliografía complementaria

- Avriel, M.-Golany, B. (1996), Mathematical Programming for Industrial Engineers. Dekker
- C. Guéret, C. Prins y M. Sevaux, Applications of optimization with Xpress-MP, Dash Optimization Ltd., 2000.
- Gianpaolo Ghiani, Gilbert Laporte, Roberto Musmanno, Introduction to logistics systems planning and control / Hoboken : John Wiley & Sons, cop. 2004
- Johnson, L. A. y Montgomery, D. C. (1974) Operations Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control, Wiley 1974
- Nahmias, S. (1989) Production and Operations Analysis, Irwin 1989
- H. A. Taha. Investigación de operaciones, México [etc.] : Pearson, 2004 (7ª ed.)

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

h. Recursos necesarios

La bibliografía recomendada está a disposición de los alumnos, en las **bibliotecas de la Escuela de Ingenierías Industriales, de la Facultad de Ciencias y/o del Departamento** de Estadística e I.O.

Por otra parte, en el Campus Virtual se encontrará a disposición del alumno apuntes sobre casi todos los temas de la asignatura, el programa Xpress-Mosel, con el que se efectuarán todas las prácticas, y diverso material.

Se recomienda la instalación de Xpress-Mosel en el ordenador personal de cada alumno para el trabajo individual de la asignatura fuera del aula.

i. Temporalización

| PARTE | CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|-------------------------|---------------|--------------------------------|
| Programación lineal | $1.8+0.4=2.2$ | 09/08/2024-27/10/2024 |
| Problemas de transporte | $0.6+0.2=0.8$ | 28/10/2024-10/11/2024 |
| Programación entera | $1.3+0.2=1.5$ | 11/11/2024-22/12/2024 |

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Ver 4 d) y e).

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

| ACTIVIDADES PRESENCIALES | HORAS | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES | HORAS |
|----------------------------------|-----------|---|------------|
| Clases de teoría (T) | 30 | Estudio y trabajo personal | 50 |
| Clases de problemas (A) | 7 | Trabajo en equipo | 8 |
| Laboratorios (L) | 8 | Preparación de prácticas de laboratorio | 4 |
| | | Preparación de examen final | 5 |
| Total presencial | 45 | Total no presencial | 67 |
| TOTAL presencial + no presencial | | | 112 |

7. Sistema y características de la evaluación

1. Evaluación continua:

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES |
|--|-----------------------|---|
| Entrega grupal manual | 20% | El peso es 100% si la calificación obtenida es inferior a 4 puntos sobre 10 |
| Entrega grupal con Xpress | 20% | |
| Examen final (parte manual) | 40% | |
| Examen final (parte práctica con Xpress) | 20% | |

2. Sólo examen final:

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES |
|--|-----------------------|---------------|
| Examen final (parte manual) | 70% | |
| Examen final (parte práctica con Xpress) | 30% | |



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**

El alumno será evaluado considerando el procedimiento de evaluación continua, que incluye una nota mínima en el examen final de 4 puntos sobre 10:

- Entrega grupal manual 20%
- Entrega grupal con Xpress 20%
- Examen final (parte manual) 40%
- Examen final (parte práctica con Xpress) 20%

Si la nota del examen final es inferior a 4, el peso del examen será del 100%.

- **Convocatoria extraordinaria:**

La calificación final es la máxima obtenida entre los dos procedimientos de evaluación.

Evaluación continua indicado anteriormente (manteniendo sus calificaciones de las entregas) y sólo examen final, donde

- Examen final (parte manual) 70%
- Examen final (parte práctica con Xpress) 30%

8. Consideraciones finales

Se informará a través del campus virtual de las actividades diarias que se prevén desarrollar en la asignatura a lo largo del curso, incluyendo las clases de aula y laboratorio dedicadas a teoría, problemas y prácticas. Las actividades de grupo se anunciarán en el aula y en el campus virtual con suficiente antelación. Se procurará publicar con rapidez las notas de las actividades de evaluación continua.