



Guía docente

MÉTODOS CUANTITATIVOS

Curso 2022-23



GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL (BOE 21-12-2012)

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

Universidad Politécnica de Cartagena

CSV:	ohUCR2kSkGMcnh9wdCccEI0Ab	Fecha:	14/07/2022 10:59:02	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ohUCR2kSkGMcnh9wdCccEI0Ab	Página:	1/17	

1. Descripción general

Nombre	MÉTODOS CUANTITATIVOS
Código	511102005
Carácter	Obligatoria
ECTS	4.5
Unidad temporal	Cuatrimestral
Unidad temporal	Curso 2º - Primer cuatrimestre
Menciones / especialidades	
Idioma en la que se imparte	Castellano
Modalidad de impartición	Presencial

2. Datos del profesorado

Nombre y apellidos	Ortiz Sánchez, Irene
Área de conocimiento	Matemática Aplicada
Departamento	Ciencias (CUD)
Teléfono	968182911
Correo electrónico	irene.ortiz@ cud.upct.es
Horario de atención y ubicación durante las tutorías	De lunes a viernes mediante cita previa. Como criterio general, el alumno que desee realizar una tutoría deberá previamente (al menos con un día de antelación) enviar un e-mail al profesor solicitando una cita previa con el fin de poder organizar debidamente la atención de todo el alumnado.
Titulación	Licenciada en Matemáticas Doctora en Matemáticas Acreditación a Profesor Contratado Doctor por ANECA (Ciencias Experimentales)
Categoría profesional	Profesor/a Contratado/a Doctor/a de Facultades y Escuelas Superiores
Nº de quinquenios	
Nº de sexenios	0
Currículum vitae	
Responsable de los grupos	G1, G2



3. Competencias y resultados del aprendizaje

3.1. Competencias básicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

[CB2]. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

3.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

[CG2]. Aplicar las tecnologías generales y las materias fundamentales en el ámbito industrial para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

3.3. Competencias específicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

[CE19]. Modelar problemas mediante el empleo de técnicas cuantitativas de optimización

Competencias específicas de la asignatura (para aquellas asignaturas optativas que las tengan)

3.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

[CT5]. Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

3.5. Resultados del aprendizaje de la asignatura

Las competencias específicas y objetivos de aprendizaje que se desarrollarán con la asignatura, permitirán que el alumno al finalizar el curso sea capaz de:

- R1. Adquirir los principios básicos de la Programación Lineal.
- R2. Analizar e interpretar económicamente los resultados obtenidos al resolver problemas de programación lineal.
- R3. Ser capaz de obtener la solución de un problema frente a pequeñas variaciones en las condiciones del mismo.
- R4. Ser capaz de identificar y resolver problemas de programación lineal en el que las variables de decisión toman únicamente valores enteros y conocer las limitaciones que se tienen en la resolución de este tipo de problemas.
- R5. Ser capaz de modelar y aplicar las técnicas de resolución adecuadas a problemas especiales, tales como problemas de transporte, flujo en redes, asignación de recursos y localización.

CSV:	ohUCR2kSkGMcnh9wdCccEIOAb	Fecha:	14/07/2022 10:59:02	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ohUCR2kSkGMcnh9wdCccEIOAb	Página:	4/17	

R6. Poseer las destrezas en el manejo de software que permitan la resolución de problemas de optimización.

R7. Poseer las destrezas necesarias para comunicar correctamente los problemas propuestos, con el lenguaje apropiado.

R8. Tomar conciencia de que los conocimientos, aptitudes, capacidades y destrezas adquiridas con esta materia resultan fundamentales para su futura actividad profesional.

Las actividades de enseñanza/aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar su capacidad de: trabajo en equipo, análisis y síntesis de información, expresión escrita y comunicación oral mediante la redacción de informes y su exposición oral en las sesiones especialmente dedicadas a este tipo de actividades.

CSV:	ohUCR2kSkGMcnh9wdCccEI0Ab		Fecha:	14/07/2022 10:59:02	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ohUCR2kSkGMcnh9wdCccEI0Ab		Página:	5/17	

4. Contenidos

4.1 Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Introducción a la optimización. Introducción a la Programación Lineal. El método del Simplex. Dualidad en Programación Lineal. Análisis de la sensibilidad. Programación Entera. Problemas especiales de Programación Lineal. Teoría de Grafos. Programación Lineal multiobjetivo.

4.2. Programa de teoría

Unidades didácticas y temas

UNIDAD DIDÁCTICA 1. PROGRAMACIÓN LINEAL

- Tema 1. Introducción a la asignatura
- 1.1. Orígenes de la Investigación Operativa.

1.2. El papel de la Investigación Operativa en la Defensa.
- Tema 2. Introducción a la Programación Lineal
- 2.1. Definición, elementos.

2.2. Tipos de problemas de programación lineal.

2.3. Formulación de modelos.

2.4. Minimax y Maximin.
- Tema 3. El método del Símplex
- 3.1. Resolución gráfica.

3.2. Algoritmo del Símplex.

3.3. El método Símplex reducido. Algoritmo.
- Tema 4. Software para Programación Lineal
- 4.1. Solver

4.2. OpenSolver

UNIDAD DIDÁCTICA 2. DUALIDAD, SENSIBILIDAD Y ANÁLISIS PARAMÉTRICO

- Tema 5. Dualidad y análisis de la sensibilidad en Programación Lineal
- 5.1. Formulación del problema dual.

5.2. Relaciones entre los problemas primal y dual.

5.3. Cambios discretos en un coste, recurso o coeficiente tecnológico.

5.4. Incorporación de nuevas restricciones y variables.



4.2. Programa de teoría

Unidades didácticas y temas

UNIDAD DIDÁCTICA 3. PROGRAMACIÓN ENTERA Y PROBLEMAS ESPECIALES

Tema 6. Programación Entera y Problemas Especiales

- 6.1. Método de ramificación y acotación.
- 6.2. El problema general de la asignación, problemas de cobertura, el problema de la mochila.
- 6.3. Problemas especiales: el problema general de la asignación y cobertura de defensas del espacio aéreo; el problema de la asignación arma-blanco; el problema del kit de despliegue; el problema de la secuenciación de tareas ofensivas y defensivas.
- 6.4. Formulaciones especiales y linealización: la decisión minimax en ausencia de inteligencia fiable en operaciones ofensivas y defensivas.

UNIDAD DIDÁCTICA 4. REDES, LOCALIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN MULTIOBJETIVO

Tema 7. Optimización en Redes (Teoría de Grafos)

- 7.1. Conceptos básicos de la teoría de grafos.
- 7.2. El problema genérico del transporte; el problema de la ruta más corta, más larga; el problema del flujo máximo.
- 7.3. Problemas especiales: diseño de rutas de máxima supervivencia, problemas asociados al despliegue, operación y rediseño de unidades aéreas; interdicción ofensiva óptima de una red logística.

Tema 8. Modelos de localización

- 8.1. Introducción.
- 8.2. Problemas de máxima distancia.
- 8.3. Problemas de dispersión.
- 8.4. Problemas de distancia media.

Tema 9. Programación lineal multiobjetivo

4.3. Programa de prácticas

Nombre y descripción

Práctica 1: Introducción al uso de SOLVER/OPEN SOLVER

Familiarizar al alumno con el software que utilizará en la asignatura. En concreto con el complemento Solver incluido en la hoja de cálculo Excel, que permite la resolución de problemas de optimización y con el software Open Solver que permite la aplicación del método Simplex para la resolución de programas lineales de medio tamaño. Se estudiarán ejemplos sencillos como el problema de la dieta o el problema del transporte.

4.3. Programa de prácticas

Nombre y descripción

Práctica 2: Programación lineal

El objetivo de la práctica es familiarizar al alumno con el reconocimiento, como tal, de la naturaleza de un problema de optimización basado en un programa lineal; su planteamiento en los términos adecuados usando formulación simbólica; su resolución usando Solver y OpenSolver y la presentación más adecuada de los resultados obtenidos con especial incidencia en la utilización de gráficos y tablas.

Práctica 3: Programación lineal entera: primeros ejemplos

El objetivo de la práctica es familiarizar al alumno con algunos problemas de optimización cuyas soluciones deben estar total o parcialmente compuestas por números enteros y la forma en que pueden ser solucionados a través del empleo del software empleado en la asignatura. Se realizarán ejercicios sobre:

- o Problemas de asignación,
- o Problema de la mochila.
- o Problema de emparejamiento óptimo,
- o Problemas de secuenciación de misiones,
- o etc.

Práctica 4: Programación lineal entera: proposiciones lógicas y binarias

El objetivo de la práctica es profundizar en la resolución de problemas de programación lineal entera. Concretamente se estudiarán: por una parte problemas que requieran del uso de proposiciones lógicas con su resolución en Excel y formulación simbólica; y por otra parte, se estudiará la conversión de proposiciones a Forma Normal Conjuntiva.

Práctica 5: Optimización en redes.

El objetivo de la práctica es familiarizar al alumno con un tipo especial de problemas, conocidos de forma genérica, como problemas de transporte. Tanto en sentido real, como a veces figurado (ya que mediante ellos se resuelve un amplio abanico de problemas), mediante un problema de transportes se resuelve la forma de llevar cualquier mercancía, desde un grupo de centros de suministro, hasta unos destinos, de manera que se minimicen los costes totales de la operación. Se plantean problemas relacionados con los siguientes aspectos:

- o El problema genérico del transporte, flujo en redes y modelos de trasbordo.
- o El problema de la ruta más corta entre dos puntos.
- o El problema del flujo máximo.
- o Despliegues de tropas con desgaste por atrición.
- o Diseño de rutas ofensivas de máxima supervivencia.

4.3. Programa de prácticas

Nombre y descripción

Práctica 6: Modelos de interdicción y de localización

El objetivo de la práctica es el de familiarizar al alumno con la realización mediante el software Solver y Open Solver de algunos problemas de interdicción de redes enemigas haciendo uso de los modelos de Wood y Kennedy, así como la resolución de problemas de localización de pequeño y mediano tamaño.

Observaciones

Prevencion de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria. Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes. El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente. En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

4.4. Programa de teoría en inglés

Unidades didácticas y temas



4.4. Programa de teoría en inglés

Unidades didácticas y temas

Unit 1. Linear programming.
Unit 2. Duality theory and Sensitivity analysis in linear programming.
Unit 3. Integer programming and Special problems on linear programming.
Unit 4. Network optimization models, facility locations models and the multiobjective linear programming model.

- Chapter 1. Introduction to the subject.
- Chapter 2. Introduction to linear programming.
- Chapter 3. The Simplex method.
- Chapter 4. Software for linear programming.
- Chapter 5. Duality theory and Sensitivity analysis in linear programming.
- Chapter 6. Integer programming and Special problems on linear programming.
- Chapter 7. Network optimization models.
- Chapter 8. Facility locations models.
- Chapter 9. The multiobjective linear programming model.

4.5. Observaciones

5. Actividades formativas

Denominación	Descripción	Horas	Presencialidad %
Clases teóricas en el aula	Sesión formativa para desarrollar conocimientos teóricos basada en trabajo sobre conceptos, teorías, etc. Pueden emplearse diferentes metodologías: clase magistral, clase inversa, gamificación, etc.	19.5	100
Preparación Trabajos/Informes en grupo	Aprendizaje autónomo y/o colaborativo del estudiante para desarrollar conocimiento teórico, práctico o aplicado mediante realización de proyectos, informes de prácticas y/o trabajos que puede incluir la exposición de los mismos.	2.5	0
Realización de actividades de evaluación formativas y sumativas	Sesión formativa en la que se propondrán problemas para que sean resueltos por los alumnos en clase, los cuales serán comentados y discutidos por toda la clase, bajo la supervisión del profesor de la asignatura.	7	100
Clases de problemas en el aula	Sesión formativa para desarrollar conocimiento práctico o aplicado basada en la resolución de ejercicios, problemas o casos prácticos. Pueden emplearse diferentes metodologías: clase magistral, clase inversa, gamificación, etc. de manera síncrona o asíncrona.	19.5	100
Sesiones Prácticas de Laboratorio	Sesión formativa para desarrollar destrezas prácticas o aplicadas por parte del estudiante supervisadas por el profesor.	6	100
Tutorías	Apoyo al estudiante sobre aspectos concretos de la asignatura. Pueden ser obligatorias y programadas por el profesor para el seguimiento de trabajos o tareas propuestas, o a demanda del estudiante. Se considera su realización tanto de forma presencial como a distancia.	4	20



Denominación	Descripción	Horas	Presencialidad %
Asistencia a Seminarios	Sesión para desarrollar conocimiento teórico, práctico o aplicado basado en el trabajo sobre temáticas específicas o abordadas desde el punto de vista de la profesión.	4	30
Trabajo/Estudio Individual	Aprendizaje autónomo del estudiante para desarrollar conocimiento teórico, práctico o aplicado basado en la preparación y estudio autónomo de la asignatura.	50	0

6. Sistema de evaluación

6.1. Sistema de evaluación continua		
Denominación	Descripción y criterios de evaluación	Ponderación %
Pruebas escritas	El 80% del Sistema de Evaluación Continuo (SEC) consiste en la realización de dos pruebas escritas PE1 y PE2 sobre contenidos teórico-prácticos de la asignatura. A continuación se recogen las características de dichas pruebas: - Prueba escrita 1 (PE1). Prueba parcial teórico-práctica escrita individual con uso de software Excel cuyos contenidos se corresponden con los Temas 2, 4 y 6 de la asignatura. Su evaluación se llevará a cabo por medio de una rúbrica en la que se valorarán los planteamientos a los problemas planteados, así como los resultados finales. Nota mínima exigida para ponderar: 4 puntos sobre 10. Peso sobre la calificación final de SEC: 40%. Resultados del aprendizaje: R2, R4, R6 y R8. - Prueba escrita 2 (PE2). Prueba parcial teórico-práctica escrita individual con uso de software Excel cuyos contenidos se corresponden con los Temas 7 y 8 de la asignatura. Su evaluación se llevará a cabo por medio de una rúbrica en la que se valorarán los planteamientos a los problemas planteados, así como los resultados finales. Nota mínima exigida para ponderar: 4 puntos sobre 10. Peso sobre la calificación final de SEC: 40%. Resultados del aprendizaje: R2, R5, R6 y R8.	80 %
Actividades de evaluación formativas y sumativas, para la	El 20% del SEC consiste en la realización de una actividad formativa (AF) y un trabajo en grupos (TG). A continuación se	20 %

6.1. Sistema de evaluación continua

Denominación	Descripción y criterios de evaluación	Ponderación %
evaluación del desempeño de competencias: - Evaluación por el profesor, Autoevaluación y Coevaluación (evaluación por compañeros) mediante criterios de calidad desarrollados (rúbricas) de informes de laboratorio, problemas propuestos, actividades de Aprendizaje Cooperativo, etc. - Tablas de observación (check-list, escalas, rúbricas) para evaluar ejecuciones. - Portafolio y/o diario del alumno para evaluar la capacidad de autorreflexión y la dedicación. - Realización de tareas auténticas: simulaciones, estudio de casos y/o problemas aplicados reales, etc.	recogen las características de estas: - Actividad formativa (AF). Estudio de casos y/o problemas propuestos consistente en la respuesta individual de cuestiones breves y/o tipo test por escrito en clase cuyos contenidos se corresponden con los Temas 1, 2, 3 y 5. Su evaluación se llevará a cabo por medio de una rúbrica en la que se valorarán principalmente los resultados finales. Nota mínima exigida para ponderar: no requerida. Peso sobre la calificación final de SEC: 10%. Resultados del aprendizaje: R1, R2 y R3. - Trabajo en grupo (TG). Elaboración por grupos (con número de integrantes a determinar por el profesor) de un informe teórico-práctico y exposición oral de este cuyos contenidos se corresponden con el Tema 9 de la asignatura. Su evaluación tendrá en cuenta la profundidad del contenido teórico del informe, la correcta resolución de casos prácticos, la clara exposición del trabajo y/o las respuestas de los alumnos a posibles preguntas por parte del profesor tras la exposición. Nota mínima exigida para ponderar: no requerida. Peso sobre la calificación final de SEC: 10%. Resultados del aprendizaje: R2, R6, R7 y R8.	

6.2. Sistema de evaluación final

Denominación	Descripción y criterios de evaluación	Ponderación %
Pruebas escritas	El 90% del Sistema de Evaluación Final (SEF) consiste en la realización de una única prueba escrita cuyos contenidos se corresponden con las actividades del SEC denominadas AF, PE1 y PE2. Dicha prueba tendrá una correspondencia unívoca con las mencionadas pruebas	90 %



6.2. Sistema de evaluación final

Denominación	Descripción y criterios de evaluación	Ponderación %
	realizadas, debiendo adquirir los mismos resultados del aprendizaje que los indicados en SEC, con contenidos de los Temas 1 a 8 (ambos inclusive), de modo que la prueba se estructurará en tres partes de la siguiente forma: 10% contenidos correspondientes a AF. 40% contenidos correspondientes a PE1. 40% contenidos correspondientes a PE2. Su evaluación será análoga a la usada en las correspondientes actividades de SEC.	

Actividades de evaluación formativas y sumativas, para la evaluación del desempeño de competencias:	El 10% de la calificación final consiste en la realización de un trabajo en grupos (TG). Sus características son idénticas a las especificadas en SEC. Es decir: - Evaluación por el profesor, Autoevaluación y Coevaluación (evaluación por compañeros) mediante criterios de calidad desarrollados (rúbricas) de informes de laboratorio, problemas propuestos, actividades de Aprendizaje Cooperativo, etc. - Tablas de observación (check-list, escalas, rúbricas) para evaluar ejecuciones. - Portafolio y/o diario del alumno para evaluar la capacidad de autorreflexión y la dedicación. - Realización de tareas auténticas: simulaciones, estudio de casos y/o problemas aplicados reales, etc.	10 %
---	---	------

6.3. Evaluación formativa

Descripción

Información

Conforme al Artículo 8 del Reglamento de Evaluación para los Títulos Oficiales de Grado y Máster de la Universidad Politécnica de Cartagena, los alumnos tienen derecho a presentarse a todas las actividades del Sistema de Evaluación Final habiendo superado las calificaciones mínimas de la actividad correspondiente del Sistema de Evaluación Continua. Si un alumno opta a presentarse en estas condiciones a las actividades del Sistema de Evaluación Final debe renunciar a la calificación obtenida en dicha actividad del Sistema de Evaluación Continua. En las asignaturas que pertenecen al plan de estudios de Grado en Ingeniería de Organización Industrial, el alumno deberá comunicarlo mediante un mensaje en el Aula Virtual al profesor responsable de la asignatura, con una antelación mínima de 48 horas antes de la fecha que se indique en la convocatoria de las pruebas del sistema de evaluación final. En el texto del mensaje indicará que es conocedor de esta normativa y que, por tanto, en caso de presentarse a dichas pruebas renuncia a la calificación obtenida por evaluación continua. La renuncia solo tendrá efecto para la convocatoria en la que se presente el estudiante.

Observaciones

- 1. La ponderación final del SEC se realizará solo a aquellos alumnos que hayan alcanzado los mínimos exigidos en PE1 y PE2. Dicha ponderación se calcula mediante la siguiente fórmula $Nota SEC = AF \cdot 0,1 + TG \cdot 0,1 + PE1 \cdot 0,4 + PE2 \cdot 0,4$ (1).
- 2. Aquellos alumnos que, pudiendo ponderar en SEC, obtengan una nota superior o igual a 5 en (1) podrán optar por aprobar la asignatura por SEC.
- 3. Aquellos alumnos que, pudiendo ponderar en SEC, no obtengan una nota superior o igual a 5 en (1) deberán escoger conforme al Artículo 8 a qué actividades del SEC renuncian y se deberán presentar a tales actividades en SEF.
- 4. Aquellos alumnos que, no puedan ponderar en SEC, tendrán que examinarse forzosamente en el SEF de aquellas actividades en las que no hayan alcanzado las calificaciones mínimas en SEC. Además, podrán acogerse al mencionado Artículo 8 para intentar subir la nota en aquellas actividades del SEC superadas previa renuncia.
- 5. Aquellos alumnos que, no puedan ponderar por no haber obtenido las calificaciones mínimas en PE1 y/o PE2, pero obtengan según (1) una calificación superior o igual a 5, recibirán una calificación final de 4,5 puntos, tal y como indica el Artículo 10 del Reglamento de Evaluación para los Títulos Oficiales de Grado y Máster de la Universidad Politécnica de Cartagena.

* La planificación temporal de las actividades de la asignatura será coordinada con las actividades aeronáuticas y militares que se lleven a cabo en la Academia General del Aire.

7. Bibliografía y recursos

7.1. Bibliografía básica

Hillier, Frederick S. Introducción a la investigación de operaciones. McGraw-Hill. 1991. 9684229933

Taha, Hamdy A. Investigación de operaciones. Alfaomega. 1995. 9701210026

Ragsdale, C. Spreadsheet Modeling and Decision Analysis: A Practical Introduction to Management Science. South Western Education.

Baker K.R. Optimization Modeling with Spreadsheets. John Wiley Eds.

García Martín, R. y Ortiz Sánchez, I. Métodos Cuantitativos. Manual de Teoría. Centro Universitario de la Defensa (CUD) San Javier. 2020. 978-84-942962-2-2

7.2. Bibliografía complementaria

García Martín, R. Introducción a la optimización de operaciones militares. Aplicaciones de la programación lineal.. <https://publicaciones.defensa.gob.es>. 2018. NIPO: 083-18-041-1

7.3. Recursos en red y otros recursos