



1. Identificación

1.1. De la Asignatura

Curso Académico	2023/2024
Titulación	MÁSTER UNIVERSITARIO EN MATEMÁTICA AVANZADA
Nombre de la Asignatura	OPTIMIZACIÓN COMBINATORIA
Código	6373
Curso	PRIMERO y PRIMERO(IC)
Carácter	OPTATIVA
N.º Grupos	2
Créditos ECTS	6
Estimación del volumen de trabajo del alumno	150
Organización Temporal/Temporalidad	Cuatrimestre
Idiomas en que se imparte	ESPAÑOL

1.2. Del profesorado: Equipo Docente

Coordinación de la asignatura ALFREDO N. MARIN PEREZ Grupo de Docencia: 1 y Y	Área/Departamento	ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA/ ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA
	Categoría	CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD
	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	amarin@um.es www.um.es/or Tutoría Electrónica: NO



Coordinación de los grupos:1 y Y(IC)	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar	Observaciones
		Anual	Jueves	09:00- 11:00	868883627, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.009	Los alumnos podrán solicitar tutoría para cualquier hora y día y si el profesor dispone de ese hueco les atenderá
		Anual	Viernes	10:00- 14:00	868883627, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.009	Los alumnos podrán solicitar tutoría para cualquier hora y día y si el profesor dispone de ese hueco les atenderá

2. Presentación

Los objetivos de esta asignatura son la adquisición de conocimientos y de destrezas suficientes como para poder abordar la resolución de problemas y la obtención de nuevos resultados teóricos dentro la rama de la optimización matemática denominada optimización combinatoria.

Se considera de particular importancia que el alumno termine por dominar la formulación correcta y avanzada de problemas con restricciones lineales y variables enteras, la obtención de cotas inferiores para problemas



de minimización mediante la relajación del conjunto de soluciones factibles y el reforzamiento basado en la descripción parcial del poliedro asociado -para lo cual es importante el conocimiento del problema de empaquetamiento de conjuntos-, y los algoritmos de resolución basados en las cotas inferiores obtenidos y en la separación del conjunto de soluciones factibles en conjuntos más sencillos de abordar.

Una familia de problemas de especial importancia dentro de la Optimización Combinatoria es la de aquéllos que se abordan sobre grafos, en particular dirigidos. En el segundo bloque de la asignatura desarrollaremos la teoría y los algoritmos de resolución para problemas de optimización sobre grafos dirigidos, con especial atención a problemas de flujo en redes.

3. Condiciones de acceso a la asignatura

3.1 Incompatibilidades

No consta

3.2 Recomendaciones

Conocimientos habituales de matemática discreta y optimización de un grado en matemáticas (grafos, optimización lineal continua y entera, optimización en redes).

4. Competencias

4.1 Competencias Básicas

- CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

4.2 Competencias de la titulación

- CG2. Ser capaz de aplicar técnicas matemáticas en diversas actividades profesionales.
- CG3. Ser capaz de aplicar técnicas matemáticas en el desarrollo de proyectos de I+D+i.
- CG1. Ser capaz de aplicar técnicas matemáticas de investigación en diversos campos, tanto de matemática fundamental como aplicada.
- CG7. Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar futuros estudios de forma autodirigido o autónoma. (Meces/BOE (d))
- CE1. Poseer conocimientos teóricos y prácticos de un área de conocimiento de matemáticas para poder acceder a los estudios de doctorado y realizar una tesis doctoral.
- CE2. Ser capaz de leer críticamente trabajos especializados o de investigación e incorporar los resultados a su trabajo.



- CE4. Ser capaz de realizar transferencia de resultados matemáticos a otras disciplinas y actividades.
- CE5. Ser capaz de modelar matemáticamente problemas teóricos o reales.
- CE6. Conocer técnicas de resolución y ser capaz de idear procedimientos de resolución de los modelos matemáticos objetos de estudio.
- CE7. Manejar las herramientas informáticas que sirven de ayuda a la resolución de los problemas objeto de estudio.

4.3 Competencias transversales y de materia

- Competencia 1. Ser capaz de formular convenientemente un problema de Programación Entera
- Competencia 2. Utilizar adecuadamente las técnicas más básicas de resolución de problemas de programación lineal entera
- Competencia 3. Reconocer modelos de diversas actividades profesionales como modelos de Optimización Discreta
- Competencia 4. Conocer los resultados teóricos que fundamentan las técnicas de resolución de problemas de Optimización Combinatoria
- Competencia 5. Manejar adecuadamente software de Optimización Discreta
- Competencia 6. Adquirir los conocimientos básicos sobre Teoría de Grafos Dirigidos
- Competencia 7. Reconocer modelos de grafos en diversas aplicaciones reales
- Competencia 8. Conocer los resultados teóricos que sustentan los métodos de resolución de problemas de camino más corto y flujo en redes
- Competencia 9. Manejar adecuadamente los algoritmos de resolución de problemas de camino más corto y problemas de flujo en redes

5. Contenidos

Bloque 1: Optimización Discreta

TEMA 1. Revisión de conceptos

TEMA 2. Relajación lagrangiana

TEMA 3. Poliédrica

TEMA 4. El problema del empaquetamiento

Bloque 2: Teoría de Grafos

TEMA 5. Revisión de conceptos básicos. Grafos no dirigidos

TEMA 6. Árboles y arborescencias.

TEMA 7. Caminos más cortos en redes

TEMA 8. Flujos en redes. El problema del flujo máximo

TEMA 9. Flujo a coste mínimo en redes

Flujo a coste mínimo en redes 2

PRÁCTICAS

Práctica 1. Se practicará con el software de optimización Xpress: Relacionada con los contenidos Bloque 1, Tema 1, Tema 7, Tema 8, Tema 9, Tema 2, Tema 3 y Tema 4

6. Metodología Docente

Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
Clases Teóricas	Presentación de transparencias y/o desarrollo en la pizarra de resultados. Dirigida al gran grupo, con independencia de que su contenido sea teórico o práctico. Junto a la exposición de conocimientos, en las clases se plantean cuestiones, se aclaran dudas, se realizan ejemplificaciones, se establecen relaciones con las diferentes actividades prácticas que se realizan y se orienta la búsqueda de información.	30	35	65.00



Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
Clases prácticas de ordenador/ Resolución de problemas	Presentación al alumnado de problemas para su resolución (formulación, implementación, obtención de resultados). Actividades prácticas de ejercicios y resolución de problemas, estudio de casos, aprendizaje orientado a proyectos, exposición y análisis de trabajos, debates, simulaciones, etc. Suponen la realización de tareas por parte de los alumnos, dirigidas y supervisadas por el profesor, con independencia de que en el aula se realicen individualmente o en grupos reducidos. En las clases prácticas de ordenador su utilizará software especializado en resolución de problemas de optimización combinatoria (xpress-ive)	10	35	45.00
Elaboración y exposición de trabajos teóricos-prácticos	Exposiciones de trabajos de los alumnos de profundización en una temática concreta, que puede integrar contenidos teóricos y prácticos, realizado en grupos reducidos y supervisado por el profesor, concluyendo con la elaboración y presentación escrita de un informe que, en algunos casos, puede hacerse público mediante exposición oral por parte de los alumnos y debate.	8	32	40.00
	Total	48	102	150



7. Horario de la asignatura

<https://www.um.es/web/estudios/masteres/matematica-avanzada/2023-24#horarios>

8. Sistema de Evaluación

Métodos / Instrumentos	SE1: Resolución de problemas/Casos prácticos: Los profesores propondrán problemas/casos prácticos para que sean resueltos por los alumnos (individualmente o en grupo) explicando las soluciones de forma oral y/o escrita.
Criterios de Valoración	Se valorará la independencia y originalidad, así como la corrección de los resultados.
Ponderación	5
Métodos / Instrumentos	SE2: Exposición y realización de trabajos: Realización de trabajos, informes y exposición de los resultados obtenidos y los procedimientos usados, así como respuestas razonadas a las posibles cuestiones que se plantee sobre el mismo.
Criterios de Valoración	Se valorará la iniciativa y precisión, así como la profundidad de los resultados e intervenciones.
Ponderación	5
Métodos / Instrumentos	SE3: Pruebas escritas (exámenes): Pruebas objetivas, de desarrollo, de respuesta corta, de ejecución de tareas, de escala de actitudes realizadas por los alumnos para mostrar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos.
Criterios de Valoración	Se tendrá en cuenta el rigor matemático y corrección de las respuestas.
Ponderación	75
Métodos / Instrumentos	SE4: Trabajos del alumno: Trabajos escritos con independencia de que se realicen individual o grupalmente.
Criterios de Valoración	Se puntuará la adecuación a la asignatura.
Ponderación	10
Métodos / Instrumentos	SE5: Asistencia y participación en clase: Registros de participación, de realización de actividades, cumplimiento de plazos, participación en clase, asistencia a clases y prácticas
Criterios de Valoración	No requiere aclaración.
Ponderación	5

Fechas de exámenes



<https://www.um.es/web/estudios/masteres/matematica-avanzada/2023-24#examenes>

9. Resultados del Aprendizaje

Al finalizar la asignatura, los alumnos deberán saber formular, no sólo correcta sino eficientemente, los problemas de Optimización Combinatoria, aplicarles las técnicas de relajación lagrangiana para obtener cotas de los valores óptimos, identificar un problema de empaquetamiento de conjunto y generar algunas de sus facetas y resolver diferentes problemas de optimización sobre grafos dirigidos mediante algoritmos específicos.

10. Bibliografía

Bibliografía Básica

-  XPRESS-MP Users guide. Dash Optimization, Ltd. 2002.
-  Lee, Jon (1960-), A first course in combinatorial optimization /(2004) ,Cambridge University Press,
-  Ford L.R., Fulkerson D.R. Flows in networks. Princenton University Press, 1974
-  Gould R. Graph Theory. Dover, 2012.
-  Thulasiraman K, Swamy M. N. S. Graphs: Theory and Algorithms. John Wiley & Sons, Inc., 1992.
-  Christofides N. Graph Theory. An Algorithmic Approach. Academic Press, 1975.
-  Cook W.J., Cunningham W.H., Pulleyblank W.R., Schrijver A. Combinatorial Optimization. Wiley Interscience, 1998
-  Junger M., Naddef D. Computational Combinatorial Optimization: Optimal or Provably Near-Optimal Solutions. Springer-Verlag, 1998.
-  Korte B., Vygen J. Combinatorial Optimization. Theory and Algorithms. Springer, 2008.
-  Nemhauser G., Wolsey L. Integer and Combinatorial Optimization. Wiley, 1988.
-  Reeves C. Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems. BlackWell Scientific Publications, 1993.
-  Salazar González, J.J. Programación Matemática. Ed. Díaz de Santos, 2001



-  Wolsey L. *Integer Programming*. Editorial Wiley, 1998.
-  Yang X., Mees A., Fisher M., Jennings L. *Progress in Optimization*. Kluwer Academic Press, 2000.
-  Ahuja R.K. *Network flows: theory, algorithms and applications*. Prentice-Hall, 1993

11. Observaciones y recomendaciones

En las convocatorias extraordinarias la evaluación consistirá en un examen final teórico-práctico con el 100% del valor de la calificación.

NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES. Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales podrán dirigirse al Servicio de Atención a la Diversidad y Voluntariado (ADYV; <http://www.um.es/advv/>) para recibir orientación sobre un mejor aprovechamiento de su proceso formativo y, en su caso, la adopción de medidas de equiparación y de mejora para la inclusión, en virtud de la Resolución Rectoral R-358/2016. El tratamiento de la información sobre este alumnado, en cumplimiento con la LOPD, es de estricta confidencialidad.”

En la modalidad semipresencial, la asistencia a clase no es obligatoria. No obstante la dificultad de entendimiento de la asignatura se prevé muy alta, por lo que es recomendable asistir. En cualquier caso, el alumno de esta modalidad tendrá que presentar las soluciones de todas las hojas de ejercicios que se entreguen y todos los trabajos que se encomienden de computación u otro tipo. Recibirá tras cada tema las transparencias o apuntes disponibles.