



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Informáticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

105001026 - Investigación Operativa

PLAN DE ESTUDIOS

10CD - Grado En Ciencia De Datos E Inteligencia Artificial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	105001026 - Investigación Operativa
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	10CD - Grado en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial
Centro responsable de la titulación	10 - E.T.S. De Ingenieros Informáticos
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Alfonso Mateos Caballero (Coordinador/a)	2110	alfonso.mateos@upm.es	Sin horario.
Antonio Jimenez Martin	2110	antonio.jimenez@upm.es	Sin horario.
Laura Melgar Garcia	3205	laura.melgar@upm.es	Sin horario.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Probabilidades Y Estadística II
- Probabilidades Y Estadística I
- Álgebra Lineal

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB03 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB05 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CE03 - Capacidad para analizar fenómenos complejos mediante la probabilidad y estadística, y plantear modelos matemáticos de los mismos en situaciones concretas, así como formular, modelizar y resolver problemas de optimización matemática relacionados con la ciencia de datos y la inteligencia artificial.

CE10 - Capacidad para aplicar las metodologías y las técnicas adecuadas de análisis y explotación de datos sobre datos disponibles, incluidos los poco estructurados o de estructura compleja (como los que contienen series temporales, los provenientes de redes sociales, etc.), para descubrir nuevas relaciones y proporcionar conocimiento y una comprensión intuitiva precisa y profunda sobre problemas científicos o procesos organizacionales reales y así respaldar la toma de decisiones.

CG01 - Capacidad de trabajo en equipo, en entornos interdisciplinarios y complejos, negociando y resolviendo

conflictos, diseñando soluciones eficientes, fiables, robustas y responsables.

CG02 - Capacidad para organizar y planificar tareas y proyectos, identificando objetivos, prioridades, plazos, recursos y riesgos, y controlando los procesos establecidos.

CG04 - Capacidad para innovar y encontrar soluciones creativas en situaciones complejas o de incertidumbre en el ámbito de la ingeniería.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA101 - Modelizar, resolver y analizar la sensibilidad de problemas de programación lineal continua

RA103 - Modelizar y resolver problemas de programación entera y programación multiobjetivo

RA102 - Modeliza y resolver problemas en redes

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Los objetivos generales de la asignatura Investigación Operativa son los siguientes:

- Entender la Investigación Operativa como una herramienta para la ayuda de toma de decisiones.
- Conocer el amplio campo de acción de la Investigación Operativa en la resolución de problemas.
- Saber construir un modelo matemático que permita describir una determinada situación de forma apropiada (modelización del problema).
- Introducir el proceso de solución que se debe seguir al tratar de resolver un problema por medio de las técnicas de Investigación Operativa.
- Comprender las ideas básicas que están detrás de los algoritmos, sin tener que aprender necesariamente todos los detalles matemáticos.
- Ilustrar la resolución de problemas reales.
- Identificar la técnica o técnicas que se adapten a la solución del problema planteado.
- Tener la capacidad de construir programas que apliquen los métodos estudiados para la resolución de problemas reales.
- Interpretar correctamente los resultados obtenidos dentro del problema concreto.
- Proporcionar una base fundamental que permita al estudiante por sí mismo entender otras técnicas no recogidas en el curso y adaptarse a un campo en evolución permanente.

5.2. Temario de la asignatura

1. Programación Matemática
 - 1.1. Formulación de Modelos
 - 1.2. El Método del Simplex
 - 1.3. Dualidad
 - 1.4. Análisis de Sensibilidad
2. Análisis en Redes
 - 2.1. El Problema de Transporte
 - 2.2. El Problema de Transbordo
 - 2.3. El Problema de Asignación
 - 2.4. Secuenciación y Control en Redes
 - 2.5. Otros problemas en redes
3. Programación Entera
 - 3.1. Enumeración Exhaustiva e Implícita
 - 3.2. Ramificación y Acotación
 - 3.3. Programación Entera Mixta
 - 3.4. Programación 0-1
 - 3.5. Método de los Planos de Corte
4. Programación Multiobjetivo
 - 4.1. Introducción a la Programación Lineal Multiobjetivo
 - 4.2. Método de las ponderaciones
 - 4.3. Método de las épsilon restricciones
 - 4.4. Programación por metas
 - 4.5. Otros métodos multiobjetivo

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Explicación de contenidos del Tema 1 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Explicación de contenidos del Tema 1 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	Explicación de contenidos del Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	Explicación de contenidos del Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	Resolución de ejercicios prácticos del Tema 1 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	Explicación de contenidos del Tema 2 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
9	Explicación de contenidos del Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Examen Parcial 1 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas /			Examen Parcial I EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00

	Evaluación			
10	<p>Explicación de contenidos del Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p>Resolución de ejercicios prácticos del Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Explicación de contenidos del Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p>Explicación de contenidos del Tema 3 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Realización y entrega de la 1ª Práctica en Grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
13	<p>Resolución de ejercicios prácticos del Tema 3 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p>Resolución de ejercicios prácticos del Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Explicación de contenidos del Tema 4 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p>Explicación de contenidos del Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios prácticos del Tema 4 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
16				
17				<p>Examen Parcial II EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p>Realización y entrega de la 2ª Práctica en Grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p> <p>Realización y entrega de Práctica en Grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Global</p>

				No presencial Duración: 00:00 Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00
--	--	--	--	--

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Examen Parcial I	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3 / 10	CB03 CE03 CE10 CG04 CB05
12	Realización y entrega de la 1ª Práctica en Grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	3 / 10	CG04 CB05 CG01 CB03 CE03 CE10 CG02
17	Examen Parcial II	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3 / 10	CB05 CE03 CB03 CG04 CE10
17	Realización y entrega de la 2ª Práctica en Grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	3 / 10	CG01 CB03 CE03 CE10 CG02 CG04 CB05

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Realización y entrega de Práctica en Grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	40%	5 / 10	CG04 CB05 CG01 CB03 CE03 CE10 CG02

17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CB05 CE03 CB03 CG04 CE10
----	--------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	--------------------------------------

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	5 / 10	CG04 CB05 CB03 CE03 CE10
Realización y Entrega de la Práctica en Grupo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	40%	5 / 10	CG04 CB05 CG01 CB03 CE03 CE10 CG02

7.2. Criterios de evaluación

La asignatura de Investigación Operativa se divide en una parte teórica y una parte práctica, siendo necesario superar ambas partes (sacar una nota de 5 o superior) por separado para aprobar la asignatura.

Sistema de evaluación progresiva

La parte teórica se evaluará mediante dos parciales que cuentan, cada uno, con un peso del 30% de la asignatura. Para hacer media entre los exámenes se deberá haber obtenido una calificación de al menos un 3 en cada uno de ellos.

La parte práctica se evaluará en función de las dos memorias de las prácticas entregadas que se deberán realizar por grupos. Los detalles sobre las entregas se especificarán en el Moodle de la asignatura. Para hacer media entre las prácticas se deberá haber obtenido una calificación de al menos un 3 en cada una de ellas.

Si se ha obtenido una nota inferior a un 3 en el *Examen Parcial I* o en la *1ª Práctica en Grupo*, se pierde la opción a aprobar mediante evaluación progresiva, pero se tiene derecho a presentarse a la prueba global en la Semana 17 (Exámenes). Sin embargo, si su nota está entre un 3 y un 5 puede optar entre continuar la evaluación progresiva o ser evaluado mediante la prueba final.

Para los alumnos que hayan aprobado ambas partes, teórica y práctica, su nota final será la que se obtenga de la media ponderada especificada anteriormente, siempre y cuando la media de cada parte sea, al menos, de 5.

Sistema de evaluación global

La evaluación consistirá en un examen escrito y la entrega de una o dos prácticas.

Para el examen escrito hay que considerar la siguiente casuística:

1. Alumnos que han sacado menos de un 3 en el *Examen Parcial I*, o no se presentaron, deben presentarse al *Examen Final* (hay preguntas de todo el temario).
2. Alumnos que han sacado entre un 3 y un 5, [3,5), en el *Examen Parcial I* pueden optar entre presentarse al

Examen Parcial II o al *Examen Final*.

3. Alumnos que han sacado un 5 o más en el *Examen Parcial I* deben presentarse al *Examen Parcial II*.

Para las prácticas hay que considerar la siguiente casuística:

1. Alumnos que han sacado menos de un 3 en la *1ª Práctica en Grupo*, o no la entregaron, deberán entregar la *1ª Práctica en Grupo* corregida y la *2ª Práctica en Grupo*.
2. Alumnos que han sacado entre un 3 y un 5, [3,5), en la *1ª Práctica en Grupo* deberán entregar la *2ª Práctica en Grupo* y podrán optar por entregar la *1ª Práctica en Grupo* corregida.
3. Alumnos que han sacado un 5 o más en la *1ª Práctica en Grupo* deben entregar la *2ª Práctica en Grupo*.

Sistema de evaluación extraordinario

Las calificaciones de las actividades de evaluación superadas (con nota 5 o superior) serán guardadas durante el curso académico. Por lo tanto, para un alumno que no haya superado ninguna actividad de evaluación, la evaluación extraordinaria consistirá en un examen escrito que supondrá el 60% de la puntuación final y la entrega de una práctica que supone el 40% (que se corresponden, respectivamente, con los dos parciales y prácticas de la evaluación progresiva). Para los alumnos que no hayan superado alguna actividad de evaluación, la evaluación extraordinaria consistirá en un examen escrito para la recuperación de las actividades de evaluación por escrito no superadas o la entrega de las prácticas corregidas que no fueron evaluadas con un 5 o más.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
A. Mateos, S. Ríos Insua, A. Jiménez y Ángel J. Fernández, Investigación Operativa: Ejercicios y Aplicaciones, Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2006.	Bibliografía	
S. Ríos Insua, A. Mateos, C. Bielza y A. Jiménez (2004), Investigación Operativa: Modelos Determinísticos y Estocásticos, Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.	Bibliografía	
S. Ríos Insua, D. Ríos Insua, A. Mateos, J. Martín y A. Jiménez (2006), Problemas de Investigación Operativa: Programación Lineal y Extensiones, RA-MA.	Bibliografía	
Kaufmann, A. (1972), Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones, Vol. I, II y III, CECOSA, México.	Bibliografía	
H.A. Taha (2004), Investigación de Operaciones, Prentice Hall, México.	Bibliografía	
WinQSB (1998) Decision Support Software for MS/OM, Yih-Long Chang, Wiley, New York.	Bibliografía	
Sitio Moodle de la asignatura	Recursos web	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=5837

Método del Simplex	Recursos web	http://www.phpsimplex.com
--------------------	--------------	---

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Informe que detalla la evolución de la implantación de los ODS en las asignaturas de la Universidad (<https://sostenibilidad.upm.es/wp-content/uploads/sites/759/2021/03/Sostenibilidad-estudios-oficiales-UPM-2020.pdf>) y otros aspectos sobre la Docencia de los ODS.

Los principales ODS relacionados con Investigación Operativa son:

1. **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.** La IO permite optimizar procesos industriales, cadenas de suministro, producción, transporte y logística. Por ejemplo, los modelos de programación lineal o entera para mejorar la eficiencia en el uso de recursos o transporte de mercancías.
2. **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.** Se aplican técnicas de IO para planificar rutas de transporte público, recogida de residuos, uso eficiente del suelo, o ubicación óptima de servicios. Por ejemplo, algoritmos de rutas mínimas para camiones de basura.
3. **ODS 12: Producción y consumo responsable.** La IO se utiliza para diseñar sistemas de producción más eficiente y sostenibles, minimizando desperdicios o el impacto ambiental. Por ejemplo, modelos de optimización multiobjetivo para minimizar costes y emisiones contaminantes.
4. **ODS 13: Modelos de optimización pueden aplicarse a la gestión energética, planificación de energías renovables o reducción de emisiones.** Por ejemplo, programación lineal para planificar el mix energético diario de una red eléctrica sostenible.
5. **ODS 3: Salud y bienestar.** La IO se aplica en planificación hospitalaria, asignación de turnos, logística de ambulancias o distribución de vacunas. Por ejemplo, problemas de asignación para optimizar quirófanos.
6. **ODS 2: Hambre cero. Optimización en agricultura, distribución de alimentos y logística humanitaria pueden mejorar la seguridad alimentaria.** Por ejemplo, modelos de flujo para distribuir alimentos en zonas afectadas por crisis.

La Investigación Operativa es una disciplina que aplica métodos analíticos avanzados para ayudar a tomar mejores decisiones. Dada su naturaleza práctica y su fuerte componente de resolución de problemas, las técnicas de aprendizaje más efectivas son aquellas que fomentan la aplicación, el pensamiento crítico y la interacción. Concretamente en esta asignatura usamos:

1. **Aprendizaje Basado en Problemas y Proyectos (ABP).** La IO se trata de resolver problemas del mundo real. El ABP permite a los estudiantes abordar desafíos complejos, formulando el problema, construyendo modelos, encontrando soluciones y verificándolas. Esto simula las etapas de un estudio de investigación operativa real, fomentando el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la aplicación de los conocimientos teóricos. Presenta a los estudiantes escenarios empresariales o industriales realistas que requieran la aplicación de técnicas de IO (por ejemplo, optimización de rutas de entrega, gestión de inventario, asignación de recursos). Se les pide que trabajen en grupos para definir el problema, construir un modelo matemático, utilizar software para resolverlo, interpretar los resultados y proponer soluciones.
2. **Uso intensivo de Software y Herramientas Computacionales.** En la práctica, la IO se apoya en gran medida en software especializado. Exponer a los estudiantes a estas herramientas desde el principio los prepara para el mundo profesional y les permite abordar problemas de mayor escala y complejidad. Integra herramientas como Microsoft Excel Solver, R, Python (con librerías como SciPy, PuLP, Gurobi) o LINGO.
3. **Enfoque en la Formulación del Problema.** Un error común es que los estudiantes se centren solo en la solución algorítmica sin comprender completamente cómo se formula un problema de IO. La formulación correcta es el primer paso crítico en cualquier proyecto de IO. Se dedica tiempo específico a practicar la traducción de descripciones verbales de problemas en modelos matemáticos (variables de decisión, función objetivo, restricciones). Esto puede hacerse a través de ejercicios en clase, tareas y discusiones grupales.