



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Investigación Operativa
Código	DOI-GITI-412
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y Grado en Administración y Dirección de Empresas [Cuarto Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Cuarto Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Organización Industrial
Responsable	Sara Lumbreras, Pablo Dueñas
Horario de tutorías	Previa petición por correo electrónico

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Sara Lumbreras Sancho
Departamento / Área	Departamento de Organización Industrial
Despacho	Rey Francisco 4 [D-202]
Correo electrónico	Sara.Lumbreras@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Pablo Dueñas Martínez
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Rey Francisco 4 [P1.21]
Correo electrónico	pduenas@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Gonzalo Alarcón Alejandro
Departamento / Área	Departamento de Organización Industrial
Correo electrónico	galarcon@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Mohammad Rajabdorri
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Rey Francisco 4 [P1.35]
Correo electrónico	mrjabdorri@comillas.edu



Profesor	
Nombre	Pablo González Gascón y Marín
Departamento / Área	Departamento de Organización Industrial
Correo electrónico	pablo.gonzalez@iit.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Miguel Ángel Ruiz Hernández
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Rey Francisco 4 [P1.03]
Correo electrónico	maruiz@comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
<p>En el perfil profesional del graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, esta asignatura pretende profundizar y ampliar los conocimientos de técnicas matemáticas de apoyo a la toma de decisiones.</p> <p>Al finalizar el curso los alumnos dominarán la formulación y el modelado de problemas de optimización y decisión, conocerán las diferentes alternativas de modelado y las técnicas existentes para resolver modelos de investigación operativa. En particular se pretende conseguir que el alumno sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reconocer los diversos campos en los que se aplican técnicas de investigación operativa</li><li>• Modelar sistemas característicos de diferentes sectores empresariales mediante técnicas de investigación operativa</li><li>• Comprender y aplicar técnicas empleadas en la toma de decisiones que afectan al comportamiento de sistemas</li><li>• Analizar e interpretar las soluciones obtenidas de las distintas técnicas aplicadas</li><li>• Plantear y resolver modelos concretos de sistemas utilizando un lenguaje algebraico de modelado</li><li>• Analizar y sintetizar la información recibida y transmitir en forma adecuada, tanto en forma escrita como verbal, el contenido de la práctica de modelado realizada</li><li>• Aprender a trabajar en equipo en la realización de prácticas</li></ul> <p>Esta asignatura tiene un carácter mixto teórico-práctico por lo que a los componentes teóricos se les añaden los de carácter práctico, tanto la resolución de cuestiones numéricas como la realización de trabajos prácticos de modelado en los que se ejercitarán los conceptos estudiados.</p>
<b>Prerrequisitos</b>
Conocimientos básicos imprescindibles de álgebra, estadística y cálculo.

Competencias - Objetivos	
<b>Competencias</b>	
<b>GENERALES</b>	
CG01	Capacidad para el desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Industrial.



CG02	Capacidad para la dirección de proyectos de Ingeniería en el ámbito industrial.
CG09	Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.
CG10	Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

### ESPECÍFICAS

CFB01	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CRI09	Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación.
CRI12	Conocimientos y capacidades para organizar y gestionar proyectos. Conocer la estructura organizativa y las funciones de una oficina de proyectos.

### Resultados de Aprendizaje

RA1	Reconocer los diversos campos en los que se aplican técnicas de investigación operativa
RA2	Modelar sistemas característicos de diferentes sectores empresariales mediante técnicas de investigación operativa
RA3	Comprender y aplicar técnicas empleadas en la toma de decisiones que afectan al comportamiento de sistemas
RA4	Analizar e interpretar las soluciones obtenidas de las distintas técnicas aplicadas
RA5	Plantear y resolver modelos concretos de sistemas utilizando un lenguaje algebraico de modelado
RA6	Analizar y sintetizar la información recibida y transmitir en forma adecuada, tanto en forma escrita como verbal, el contenido de la práctica de modelado realizada
RA7	Aprender a trabajar en equipo en la realización de prácticas
RA8	Capacidad para programar y optimizar recursos en la gestión de proyectos.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Optimización y modelado

Modelado lineal y lineal entero. Problemas clásicos de optimización. Decisión multicriterio.

#### Optimización lineal, lineal entera y no lineal

Método simplex. Método de ramificación y acotamiento. Condiciones de optimalidad de KKT, Método de Newton.

#### Teoría de la decisión y de juegos



Criterios en la toma de decisiones. Árboles de decisión. Teorema de Bayes. Juegos rectangulares y bipersonales. Punto de equilibrio.

### Simulación y teoría de colas

Modelado con simulación de eventos discretos. Software de simulación. Generación de aleatoriedad en simulación. Análisis de resultados. Procesos poissonianos. Modelos clásicos de redes de colas. Modelos de sistemas cerrados.

### Programación y optimización de recursos

PERT. Software de gestión de proyectos. Planificación de proyectos.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

### Metodología Presencial: Actividades

- Clase magistral y presentaciones generales:** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante y a continuación se explicarán una serie de problemas tipo, gracias a los cuáles se aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y la resolución de problemas del tema.
- Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado:** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas análogos y de mayor complejidad de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
- Trabajos de carácter práctico individual o en grupo.** Se realizarán en grupos o de forma individual y en ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, familiarizándose con el entorno material y humano del trabajo en el desarrollo de un modelo.

CG10, CFB01, CRI09, CRI12

### Metodología No presencial: Actividades

- Trabajos de carácter práctico individual o en grupo:** el caso de estudio de optimización es un trabajo en grupo que incluye la preparación de un informe, el caso de estudio de simulación se llevará a cabo de forma individual dentro del aula.
- Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno:** Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas. Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.

CG01, CG02, CG09, CG10

El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los diferentes tipos de problemas.

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

### HORAS PRESENCIALES

Clase magistral y presentaciones generales

Prácticas de casos de modelado

Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado



28.00	4.00	28.00
<b>HORAS NO PRESENCIALES</b>		
Trabajos de carácter práctico individual o de grupo	Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno	
40.00	80.00	
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>		

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

El uso de IA para crear trabajos completos o partes relevantes, sin citar la fuente o la herramienta o sin estar permitido expresamente en la descripción del trabajo, será considerado plagio y regulado conforme al Reglamento General de la Universidad.

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<b>Exámenes de carácter teórico-práctico:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Exámenes intercuatrimestrales.</li><li>Examen final.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Comprensión de conceptos.</li><li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas.</li><li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.</li></ul>	70
<b>Evaluación continua del rendimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Casos de estudio desarrollados por los alumnos</li><li>Ejercicios o problemas resueltos de manera individual o en grupo</li><li>Participación en clase</li><li>Asistencia y actitud en clase</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>Calidad del trabajo del caso de estudio:</b> El informe elaborado por el equipo ha de detallar la formulación y los resultados del caso de estudio.</li><li><b>Aprendizaje adquirido en la resolución de ejercicios y problemas</b> de las distintas técnicas impartidas.</li><li><b>Participación en clase:</b> Aportación enriquecedora a la asignatura por parte del estudiante mediante resolución de casos, comentarios sobre experiencias profesionales, opiniones, preguntas, etc.</li><li><b>Asistencia:</b> Se aplica la normativa de asistencia que establece el Centro y se valora positivamente la asistencia por encima de los niveles exigibles.</li><li><b>Actitud en clase:</b> Se valora positivamente la actitud correcta del estudiante en las distintas actividades de la asignatura en las que se requiera concentración o interacción con el profesor o con el resto de estudiantes.</li></ul>	30



## Calificaciones

### Convocatoria ordinaria

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- Un 20 % la calificación del caso de estudio de optimización
- Un 5 % la calificación del caso de estudio de simulación.
- Un 5 % la calificación de la participación activa del alumno en la exposición de contenidos teóricos y en la resolución de problemas en clase y el control de asistencia a clase.
- Un 70 % la calificación de exámenes (20 % la calificación de exámenes intercuatrimestrales y 50 % la del examen final). En cualquier caso para aprobar la asignatura se exigirá una calificación mínima de 4.0 en la calificación de exámenes (nota media de exámenes). Esta media se calcula como:  $1/7 * \text{nota del primer examen intercuatrimestral} + 1/7 * \text{nota del segundo intercuatrimestral} + 5/7 * \text{nota del examen final}$ . El resto de los conceptos (el caso de estudio de optimización y el de simulación, y la asistencia) solamente se tienen en cuenta en la nota final si la media de exámenes supera el 4.0.

Si un/a alumno/a ha asistido a menos del 85% de las clases presenciales, no tiene derecho de presentarse al examen final.

### Convocatoria extraordinaria

La calificación en la **convocatoria extraordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- Un 25 % la calificación que obtuvo el alumno en el caso de estudio de optimización y el de simulación.
- Un 5 % la calificación de la participación activa que obtuvo el alumno.
- Un 70 % la calificación del examen de la convocatoria extraordinaria. En cualquier caso, para aprobar la asignatura se exigirá una calificación mínima de 4.0 en la calificación del examen extraordinario. El resto de los conceptos solamente se tienen en cuenta en la nota final de este examen supera el 4.0.

Si un/a alumno/a ha asistido a menos del 85% de las clases presenciales, no tiene derecho de presentarse al examen final.

### Normas de uso de la IA

Se permite el uso de la IA durante la realización del caso de estudio de optimización, bajo las siguientes condiciones:

- La IA puede utilizarse para ayudar a completar la tarea, incluida la generación de ideas, la redacción, la retroalimentación y la evaluación. El estudiante debe evaluar y modificar críticamente los resultados sugeridos por la IA, demostrando su comprensión.
- En todo caso, el uso de la IA tiene que estar citado y las fuentes verificadas de forma independiente por el alumno. Se deben guardar las conversaciones (por ejemplo, en formato PDF) que podrán ser solocitadas por el instructor.

No se permite el uso de la IA durante ninguno de los exámenes: parciales, final ordinario o final extraordinario.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Lectura y estudio de los contenidos teóricos en el material docente	Después de cada clase	
Resolución de los problemas propuestos	Semanalmente	



Asignación del caso de estudio de optimización	En Septiembre (fecha exacta por concretar)	
Entrega de la formulación matemática del caso de estudio de optimización		Inicios de Octubre (fecha exacta por concretar)
Realización del caso de estudio de optimización		Inicios de Noviembre (fecha exacta por concretar)
Realización del caso de estudio de simulación		Finales de Noviembre (fecha exacta por concretar)
Preparación de examen final	Diciembre	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- A. Ramos, P. Sánchez, J.M. Ferrer, S. Wogrin. *Modelos Matemáticos de Optimización*. 2013.  
([https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/simio/apuntes/a\\_mmo1a.pdf](https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/simio/apuntes/a_mmo1a.pdf))  
([https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/simio/apuntes/a\\_mmo1b.pdf](https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/simio/apuntes/a_mmo1b.pdf))
- A. Ramos, P. Sánchez, J.M. Ferrer, S. Wogrin. *Modelos Matemáticos de Técnicas Específicas de Optimización*. 2013.  
([https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/simio/apuntes/a\\_mmo2.pdf](https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/simio/apuntes/a_mmo2.pdf))
- A. Ramos, P. Sánchez, J.M. Ferrer, J. Barquín, A. Campos, B. Vitoriano. *Modelos Matemáticos de Simulación*. 2009.  
([https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/simio/apuntes/a\\_mms.pdf](https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/simio/apuntes/a_mms.pdf))
- F.S. Hillier, G.J. Lieberman (2021). *Introduction to Operations Research, 11/e*. McGraw-Hill Higher Education
- A. Sarabia (1996) *La investigación operativa. Una herramienta para la adopción de decisiones*. Universidad Pontificia Comillas
- W.D. Kelton, N. Zupick, and N. Ivey (2024) *Simulation with Arena 7th Edition* McGraw Hill Higher Education
- Slides of theory ([https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/intro\\_simio.htm](https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/intro_simio.htm))
- Practical problems (<https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/IO.htm>)
- Past exam problems (<https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/IO.htm>)
- Coding examples (<https://pascua.iit.comillas.edu/aramos/IO.htm>)

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando "descargar"

[https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792](https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792)