

**Guía docente de la
asignatura
Métodos
Cuantitativos de
Organización
Industrial**

Parte I. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ASIGNATURA

El título de MUII es un título adscrito a la ETSII que se obtiene mediante la superación de 120 ECTS que se distribuyen tal y como se explicó en el punto **Error! Reference source not found.**

La asignatura Métodos Cuantitativos de Organización Industrial (MCOI) se encuentra dentro del **módulo 10 de “Especialidad en organización y gestión industrial”** que se imparte en el 2º curso y es una de las 3 asignaturas que pertenece a la materia **“Dirección de operaciones en empresas industriales y de servicios”** que represente 15 ECTS. La asignatura MCOI tiene un total asignado de 4,5 ECTS, lo que implica una carga de trabajo del alumno de entre 115 y 135 horas.

En esta asignatura, se pretende **potenciar el uso de herramientas cuantitativas** para resolver los principales tipos de problemas a los que se enfrentará un Ingeniero Industrial en un **entorno de operaciones**, con las herramientas y técnicas de IO de las que el alumno dispondrá en su actividad profesional.

Obviamente, cualquier problema se puede abordar, modelar y resolver mediante herramientas, técnicas y metodologías diferentes (tanto cualitativas como cuantitativas). Por este motivo, uno de los objetivos fundamentales de esta asignatura es que el alumnado entienda la **importancia y la criticidad de seleccionar y usar las herramientas más adecuadas**.

Como no podría ser de otra forma en este tipo de títulos de ingeniería y dado que se trata de una asignatura de último curso de la titulación, la asignatura debe tener un **enfoque práctico**, tanto desde el punto de vista de los **casos realistas** y reales a resolver, así como en las **herramientas seleccionadas**. Pero, este enfoque no implica descuidar las bases teóricas y los conocimientos fundamentales para ser capaz de diseñar, analizar, interpretar tanto los modelos como los resultados, así como generar conocimiento, *insights* y recomendaciones.

El plan de estudios tiene mucha coherencia ya que se imparte de manera sincrónica en el semestre A con la asignatura de *“Ampliación de Dirección de Operaciones”* (Código 33744) y con *“Ingeniería de Calidad”* (Código 33747). Además de ello, el alumno ha recibido previamente durante el primer curso la asignatura *“Dirección de Operaciones”* (Código 33804) así como *“Investigación Operativa”* (Código 11433) durante el tercer curso de GITI.

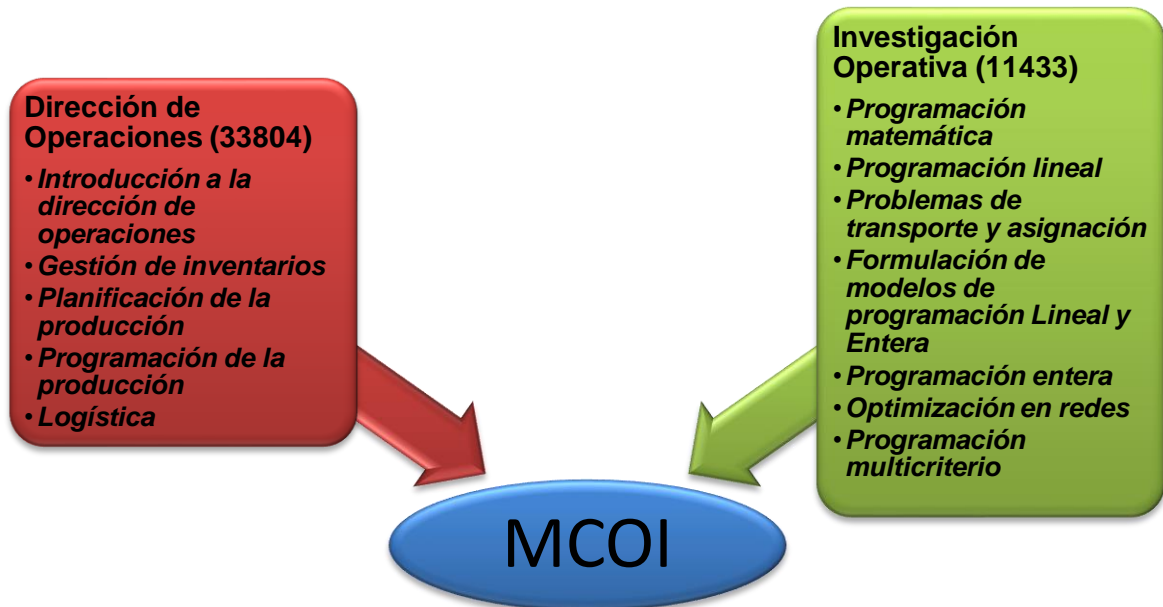


Ilustración 1: Contexto de la asignatura Métodos Cuantitativos de OI en el plan de estudios

El desarrollo de la asignatura en su programa detallado contempla la temporización de las evaluaciones que a lo largo del curso se den. Al acabar la asignatura, tal y como se establece en la presentación de introducción de la asignatura durante el curso 2018/2019:

“El alumno deberá ser capaz de:

- 1. Reconocer los problemas básicos de organización industrial en su entorno,*
- 2. Modelarlos seleccionando la herramienta adecuada para representarlos,*
- 3. Seleccionar las herramientas adecuadas para su resolución,*
- 4. Interpretar los resultados y extraer conclusiones. “*

Considerando la restricción temporal propia de la asignatura y la temporización de las diferentes asignaturas del plan de estudios, el diseño de la asignatura ha de considerar las asignaturas previas y simultáneas del plan de estudios y, sobre todo, los objetivos de aprendizaje asociados. Pero, no se deben olvidar las asignaturas optativas del segundo semestre ya que sería oportuno que éstas sigan haciendo uso de las herramientas y técnicas con el mismo enfoque. A continuación, se propone una tabla de todas las asignaturas relacionadas con MCOI.

Título	Curso	Sem.	Asignatura (Código)	ECTS
GITI	1	A	Informática (11404)	6
			Empresa y economía industrial (11406)	6
		B	Estadística (11398)	6
	2	A	Fundamentos de Organización de empresas (11417)	4,5
	3	B	Investigación Operativa (11433)	4,5
MUII	1	A	Dirección de Operaciones (33804)	4,5
		B	Dirección de Proyectos (33803)	4,5
	2	A	Métodos cuantitativos de Organización Industrial (11490)	4,5
			Ampliación de dirección de operaciones (33744)	6
			Ingeniería de calidad (33747)	6
	2	B	Sistemas de información en la empresa (33751)	4,5
			Logistics and Supply Chain Processes (34554)	4,5
			Operations Consulting (33783)	4,5
			Work study and Process Design (33782)	4,5
			Inteligencia artificial aplicada a procesos y gestión en ingeniería (33770)	4,5

Ilustración 2: Plan de estudios de GITI+MUII relacionado con MCOI

- Durante el primer curso de GITI, los alumnos habrán visto una introducción a la empresa y a la macro y microeconomía (*Empresa y Economía Industrial*), habrán aprendido a programar (*Informática*) y conocerán métodos básicos de estadística descriptiva y de inferencia estadística (*Estadística*).
- Durante el segundo curso de GITI, habrán estudiado en el primer semestre *Fundamentos de Organización de Empresas*. En el tercer curso de GITI, estudiarán la asignatura *Investigación operativa*.
- Durante el primer curso del MUII, se introducirá unas bases conceptuales a la dirección de operaciones con *Dirección de Operaciones* y de planificación de proyectos con *Dirección de proyectos*.
- Durante el primer semestre del segundo curso, solamente para los alumnos de la especialidad, los alumnos recibirán simultáneamente *Ampliación de Dirección de Operaciones* y la asignatura *Ingeniería de Calidad*.
- Durante el segundo semestre del segundo curso, pueden recibir hasta 5 asignaturas relacionadas con MCOI: *Sistemas de información, Logistics & Supply Chain processes, Operations Consulting, Work Study & Process Design, Inteligencia artificial aplicada a procesos y gestión en ingeniería*, todas ellas optativas.

Uno de los puntos críticos de esta asignatura es el enfoque hacia la resolución de problemas de OI y la aproximación a problemáticas del ámbito. Por ello, una de las premisas es considerar que el alumno *no se va a dedicar a las matemáticas o a la IO sino a la resolución de problemas industriales reales*. Por este motivo, todas las herramientas que se utilizan y manejan deben en la medida de lo posible ayudar al alumno a entender y resolver problemas.

Mi propuesta consiste primero en dedicar una gran cantidad de tiempo a la PM, centrándonos fomentando la adquisición de habilidades para el modelado, el uso de herramientas (tanto VBA para MS Excel® como un software específico de programación matemática libre como Gusek) y a la interpretación de resultados.

Aunque lo lógico consistiría en empezar con la PM para después continuar la OC y terminar con teoría de colas, dado que al mismo tiempo se imparte la asignatura ADO, se propone una secuencia de unidades didácticas menos secuencial. Se propone pues empezar la asignatura con teoría de colas que se impartirá de manera simultánea con OC.

La teoría de colas se debe impartir al principio por los motivos siguientes: es un tema muy atractivo, muy práctico y de rápida aplicación en casos reales. La decisión de impartir teoría de colas al principio permite disponer de una herramienta potente para el diseño de sistemas productivos, así como de almacenes que se tratan relativamente pronto en la asignatura de ADO. La secuencia de unidades didácticas debería empezar con la ley de Little. Después, se profundizará en aspectos más complejos como los sistemas en serie y las redes de colas.

Simultáneamente con teoría de colas, los alumnos descubrirán no solamente la existencia de los algoritmos sino también, el modo en el que debe diseñar, validar y, por supuesto, utilizarlos. Para ello, los alumnos tendrán que reflexionar sobre cómo llevar a cabo estos procesos en contextos realistas como son los problemas de rutas, de corte, de asignación, de secuenciación (*scheduling*). Dar simultáneamente este tema con teoría de colas permitirá que el alumno disponga de más tiempo para aprender a programar las (meta)heurísticas en un nuevo lenguaje de programación. Así, se consigue un equilibrio de la carga de trabajo a lo largo del semestre.

Después, a modo de conclusión y de consolidación, se planteará el modelado matemático como herramienta para entender y resolver los problemas de programación lineal, entera, entera-mixta, así como la linealización de problemas no-lineales. De esta forma, los alumnos se darán cuenta que los problemas de OC son muy complejos de resolver y entenderán la necesidad de las heurísticas trabajadas previamente.

Dada la complejidad de los conceptos teóricos de la asignatura, es imprescindible que los alumnos tengan un material de apoyo que les permita preparar las clases y, sobre todo, enfrentarse a problemas de cierta complejidad. Por esto, es necesario la publicación de libros docentes, la elaboración de polimedias, de video-apuntes que aborden cada uno de los conceptos, técnicas y metodologías que se tratan en el temario.

Parte II. DESCRIPTORES “VERIFICACIÓN”

Según la memoria verificación actual del título de MUII de la UPV, aprobada con fecha del 25/11/2013, en la página 81 de 126, aparece el bloque optativo relativo a la especialidad en organización y gestión industrial (punto 5.5, nivel 1). Justo a continuación, en el nivel 2, aparece la materia “Dirección de operaciones en empresas industriales y de servicios” a la cual está asignada la asignatura de MCOI.

En la memoria de verificación, se establece, de una manera muy singular, un único resultado de aprendizaje:

“Capacidad para planificar y organizar la logística externa e interna de empresas industriales y de servicios mediante la aplicación de modelos y herramientas avanzadas de dirección de operaciones”

A este resultado de aprendizaje único, se plantea un conjunto de contenidos que se asignarán entre las diferentes asignaturas de la memoria.

Contenido	Asignatura
Ingeniería de Producto y Proceso, Distribución en Planta y Localización de instalaciones, Gestión de la Cadena de Suministro y Redes de Distribución.	ADO
Teoría de la Decisión y Teoría de Juegos.	
Gestión de equipos para la Mejora Continua.	Lean Manufacturing
Estandarización de procesos de producción.	
Herramientas Lean.	MCOI
Teoría de Colas y Simulación.	
Programación Matemática para la Dirección de Operaciones.	
Optimización Combinatoria.	

Ilustración 3: Descriptores de la materia y propuesta de asignación del contenido a las asignaturas de la materia

Parte III. COMPETENCIAS

Las competencias de la asignatura fueron definidas para la verificación del plan de estudios. Las competencias generales (GE) se distinguen entre las básicas, general, específicas y transversales. Las competencias básicas (CBx) y genéricas (GEx) asignadas a la asignatura se describe en la Tabla 1.

Tabla 1: Competencias generales asignadas a la asignatura MCOI

Tipo	Id.	Descripción
GE	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.
GE	CB7	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
GE	CB8	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
GE	GE1	Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.
GE	CB9	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

Las competencias específicas (ES) asignadas a la asignatura se dividen entre las específicas del título (GSx) y las específicas de la especialidad (EIOx) (ver Tabla 2).

Tabla 2: Competencias específicas asignadas a la asignatura MCOI

Tipo	Id.	Descripción
ES	GS1	Conocimientos y capacidades para organizar y dirigir empresas.
ES	GS5	Conocimientos de sistemas de información a la dirección, organización industrial, sistemas productivos y logística y sistemas de gestión de calidad.
ES	EIO	Capacidad para planificar y desarrollar, usando modelos y herramientas avanzadas, sistemas de gestión de calidad, logística, y sistemas de información en las empresas, así como para analizar y dirigir empresas en el ámbito de la administración, la estrategia y la innovación.

Las competencias transversales (CT) asignadas a la asignatura se aprecian en la Tabla 3.

Tabla 3: Competencias transversales asignadas a la asignatura MCOI

Tipo	Id.	Descripción
CT	(08)	Comunicación efectiva
CT	(13)	Instrumental específica

Parte IV. CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

Esta asignatura, como se imparte en sexto curso (segundo año de máster), se puede apoyar en un conjunto de conocimientos previos. Por ello, los conocimientos previos recomendados son aquellas relaciones con las asignaturas siguientes:

- ✓ Estadística
- ✓ Empresa y Economía Industrial
- ✓ Fundamentos de Organización de Empresas
- ✓ Investigación Operativa
- ✓ Dirección de Operaciones
- ✓ Informática

Es importante destacar de nuevo que simultáneamente se impartirán las siguientes asignaturas con una gran relación con los resultados de aprendizaje: “Ampliación de Dirección de Operaciones”, “Ingeniería de calidad”.

Es crítico que en las asignaturas anteriores a esta hayan visto la mayor parte de los conceptos básicos. Así, a continuación, se propone en la Tabla 4 una lista no exhaustiva de los conocimientos estrechamente relacionados con la asignatura:

Tabla 4: Conocimientos relacionados con la asignatura MCOI

Asignatura (Código)	Conceptos relacionados con MCOI
Informática (11404)	Elementos básicos de programación; Entrada y salida de datos; Estructuras de control; Programación modular
Empresa y economía industrial (11406)	La empresa, su organización y las decisiones económicas; El microentorno de la empresa; El macroentorno de la empresa
Estadística (11398)	Estadística descriptiva; Inferencia estadística
Fundamentos de Organización de empresas (11417)	Planificación; Control; Organización
Investigación Operativa (11433)	Distribuciones de probabilidad; Conceptos básicos del cálculo de probabilidades
Dirección de Operaciones (33804)	Gestión de inventarios; Planificación de la producción; Programación de la producción; Logística
Dirección de Proyectos (33803)	Planificación, programación y control de proyectos

Parte V. MAPA DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y SELECCIÓN

Dado el contexto de la asignatura, se propone establecer un mapa conceptual de lo que podrían ser los resultados de aprendizaje (según taxonomía revisada de Bloom) de la asignatura. Este mapa se ha diseñado estableciendo un resultado de aprendizaje único de orden superior que podría asemejarse a la competencia de un consultor de operaciones experto en métodos cuantitativos. Para poder ser capaz de trabajar y evaluar este resultado de aprendizaje, se necesita trabajar sub-resultados o resultados de niveles inferiores. Este despliegue se propone hasta los niveles básicos (“nivel 1: Conocer” y “Nivel 2: Comprender”) también llamados “habilidades de pensamiento de orden inferior”. Estos niveles inferiores servirán para diseñar los contenidos a impartir a lo largo de la asignatura, pero no estipulará en una primera instancia los resultados de aprendizaje que se trabajarán y/o evaluarán ni cómo y cuando se trabajarán/evaluarán. La propuesta de mapa se puede encontrar la Ilustración 5 y en un formato A3 en los anexos.

Al ser una de las últimas asignaturas del título, y dado el enfoque que se le quiere dar, se propone que se trabaje y evalúe los resultados de nivel 6 siguientes:

- 6-A- Diagnosticar los problemas básicos de organización industrial en su entorno
- 6-B- Modelar los problemas de OI seleccionando la herramienta adecuada para representarlos
- 6-C- Seleccionar las herramientas adecuadas para su resolución
- 6-D- Interpretar los resultados de modelos cuantitativos y extraer insight, conclusiones, recomendaciones
- 6-E- Exponer y defender en público con claridad, de forma estructurada y atractiva, sus ideas y opiniones críticas acerca de los resultados conseguidos utilizando herramientas cuantitativas en un contexto de operaciones

Con el fin de asegurarse el adecuado alineamiento curricular y la idoneidad de los resultados de aprendizaje, se propone pues relacionar los resultados de aprendizaje de nivel superior que se evaluará con las competencias asignados a la materia (Ilustración 4).

id-Resultado de Aprendizaje	CB6	CB7	CB8	GE1	CB9	GS1	GS5	EIO	CT-8	CT-13
6-A - Diagnosticar los problemas básicos de organización industrial en su entorno	✓	✓	✓							✓
6-B- Modelar los problemas de OI seleccionando la herramienta adecuada para representarlos	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓
6-C-Seleccionar las herramientas adecuadas para su		✓	✓	✓			✓	✓		✓
6-D- Interpretar los resultados de modelos cuantitativos y extraer insight, conclusiones, recomendaciones	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓
6-E-Exponer y defender en público con claridad, de forma estructurada y atractiva, sus ideas y opiniones críticas acerca de los resultados conseguidos utilizando herramientas cuantitativas en un contexto de						✓	✓		✓	✓

Ilustración 4: Relación de los RAs con las competencias asignadas a la asignatura

Parte VI. SELECCIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DE UNIDADES DIDÁCTICAS

En las circunstancias actuales en el MUII, la duración de las clases en los calendarios es la siguiente:

- 1 clase de 1 hora semanal
- 1 clase de 1h30 semanal
- 3 prácticas de laboratorio de 3 horas

Así, para la elaboración de la guía docente, mi propuesta es la siguiente:

	Trabajo presencial			Trabajo no presencial		
	Teoría de aula	Prácticas de aula	Prácticas de laboratorio	Estudio de conceptos	Preparación de casos	Elaboración de memorias
UD1. Introducción al modelado matemático	1,5			1,5	1	
Lección 1. Modelos matemáticos	1,5			1,5	1	
UD2. Teoría de colas y simulación	3	4,5		4,5	9	
Lección 2. Sistemas de colas	1	1,5		1,5	3	
Lección 3. Colas monoetapa	1	1,5		1,5	3	
Lección 4. Colas multietapa	1	1,5		1,5	3	
UD3. Optimización combinatoria	5	7,5	6	7,5	14	6
Lección 5. Definición de objetivos	1	1,5		1,5	2	
Lección 6. Procedimientos heurísticos	2	3		3	6	
Lección 7. Procedimientos metaheurísticos	2	3		3	6	6
UD4. Programación matemática	4	10,5	3	6	12	6
Lección 8. Programación lineal	1	1,5		1,5	3	
Lección 9. Programación lineal entera	1	3		1,5	3	
Lección 10. Programación 0-1	1	3		1,5	3	
Lección 12. Linealizando lo no lineal	1	3	3	1,5	3	6

Ilustración 6: Selección de las unidades didácticas de MCOI

A continuación, se detallará el contenido de cada unidad didáctica y los conceptos clave de aprendizaje.

VI.1 PLANIFICACIÓN DE LA UD Nº 1. INTRODUCCIÓN AL MODELADO MATEMÁTICO

	Trabajo Presencial			Trabajo no Presencial		
	Teoría de Aula	Practicas de Aula	Practicas de Laboratorio	Estudio de conceptos	Preparación de Casos	Elaboración de memorias
UD1. Introducción al Modelado Matemático	1,5			1,5	1	
Lección 1. Modelos Matemáticos	1,5			1,5	1	

Resultados de aprendizaje de nivel superior relacionados

- 4-AAA- Aplicar técnicas visuales para describir situaciones complejas de OI
- 4-AAB- Aplicar el BPMN2 para describir procesos de toma de decisiones
- 4-ABA- Determinar la naturaleza de la información disponible (y no) en un problema de OI

Estructura de las lecciones y conceptos claves a trabajar

➤ **Lección 1: Modelos Matemáticos**

- Teorías versus Modelos (Normativos, descriptivos)
- Modelo. Definición y tipos:
 - Programación matemática
 - Programación dinámica
 - Teoría de grafos
 - Dinámica de sistemas previsión
 - Teoría de colas
 - Simulación
 - Teoría de decisión
 - Optimización combinatoria
 - Lógica borrosa (Fuzzy logic)
 - Redes neuronales
 - Teoría de juegos
- Ciclo de vida en la construcción de un modelo
- Principios de modelado
- Modos de modelar
- El problema y la herramienta
- Concepto de solución

VI.2 PLANIFICACIÓN DE LA UD Nº 2 TEORÍA DE COLAS Y SIMULACIÓN

	Trabajo Presencial			Trabajo no Presencial		
	Teoría de Aula	Prácticas de Aula	Prácticas de Laboratorio	Estudio de conceptos	Preparación de Casos	Elaboración de memorias
UD2. Teoría de Colas y Simulación	3	4,5		4,5	9	
Lección 2. Sistemas de Colas	1	1,5		1,5	3	
Lección 3. Colas Monoetapa	1	1,5		1,5	3	
Lección 4. Colas Multietapa	1	1,5		1,5	3	

Resultados de aprendizaje de nivel superior relacionados

- *5-BB- Formular sistemas de colas asociado a problemas ligados a la dirección de operaciones*
 - *4-BBA- Interpretar los resultados que se obtienen a través de la denominada teoría de colas*
 - *4-BBC- Interpretar el crecimiento de las colas medias en función de la saturación del sistema*
 - *4-BBB- Apreciar el rol del modelado cuantitativo para el soportar el proceso de toma de decisiones y resolución de problemas.*

Estructura de las lecciones y conceptos claves a trabajar

- **Lección 2: Sistemas de colas**
 - *Introducción a la teoría de colas*
 - *Procesos estocásticos*
 - *Cadenas de Markov*
 - *Estados, matriz de transición: Probabilidades en el estado estacionario*
 - *Procesos de nacimiento y muerte*
- **Lección 3: Colas unietapa (monoetapa)**
 - *Clasificación de las colas*
 - *Colas M/M1*
 - *Colas M/M/C*
 - *Otros tipos de colas unietapa*
- **Lección 4: Colas multietapa (Redes de colas)**
 - *Colas en serie*
 - *Redes abiertas de Jackson*
 - *Redes cerradas de Jackson*

VI.3 PLANIFICACIÓN DE LA UD N° 3 OPTIMIZACIÓN COMBINATORIA

	Trabajo Presencial			Trabajo no Presencial		
	Teoría de Aula	Prácticas de Aula	Prácticas de Laboratorio	Estudio de conceptos	Preparación de Casos	Elaboración de memorias
UD3. Optimización Combinatoria	5	7,5	6	7,5	14	6
Lección 5. Introducción a la OC	1	1,5		1,5	2	
Lección 6. Procedimientos Heurísticos	2	3		3	6	
Lección 7. Procedimientos Metaheurísticos	2	3		3	6	6

Resultados de aprendizaje de nivel superior relacionados

- 5-CA- Diseñar herramientas informáticas para la resolución de problemas de OI
 - 4-CAC- Construir modelos específicos para problemas específicos basados en los problemas básicos de organización industrial que utilizan programación matemática como herramienta preferente
 - 4-CAB- Construir autónomamente heurísticas sencillas basadas en procedimientos pseudo aleatorios para los problemas convencionales
 - 4-CAA- Diseñar hojas de cálculo para soportar técnicas clásicas de investigación operativa
- 5-DB- Realizar e interpretar análisis de sensibilidad de las herramientas diseñadas
 - 4-DBA- Aplicar un diseño de experimentos para validar el diseño de una herramienta
- 5-EA- Diseñar hojas de cálculo que estén organizadas adecuadamente para presentar problemas complejos

Estructura de las lecciones y conceptos claves a trabajar

- **Lección 5: Introducción a la OC**
 - Teoría de la Complejidad, complejidad P y NP
 - Estructura de resolución de un problema de OC
 - Objetivos de las heurísticas
 - Evaluación de soluciones
 - Manejo de restricciones e infactibilidad
 - Evaluación de algoritmos
- **Lección 6. Procedimientos heurísticos**
 - Heurísticas constructivas
 - Heurísticas con backtracking
 - Algoritmo de Dijkstra
 - Heurísticas de barrido
 - Algoritmo de Clark-Wright
 - Heurísticas de búsqueda local

- Tipos de movimientos
- **Lección 7. Procedimientos metaheurísticos**
 - Funcionamiento de las metaheurísticas
 - Clasificación de las metaheurísticas
 - GRASP, ILS, VNS,
 - Tabu Search,
 - Algoritmos genéticos

VI.4 PLANIFICACIÓN DE LA UD N° 4 PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA

	Trabajo Presencial			Trabajo no Presencial		
	Teoría de Aula	Prácticas de Aula	Prácticas de Laboratorio	Estudio de conceptos	Preparación de Casos	Elaboración de memorias
UD4. Programación Matemática	4	10,5	3	6	12	6
Lección 8. Programación Lineal	1	1,5		1,5	3	
Lección 9. Programación Lineal Entera	1	3		1,5	3	
Lección 10. Programación 0-1	1	3		1,5	3	
Lección 12. Linealizando lo no lineal	1	3	3	1,5	3	6

Resultados de aprendizaje de nivel superior relacionados

- 5-BA- Formular modelos de programación matemática para resolver problemas ligados a la dirección de operaciones
 - 4-BAC-Linealizar problemas no lineales
 - 4-BAB-Aplicar un lenguaje de programación para representar, evaluar y generar soluciones a problemas de Ingeniería de Organización mediante heurísticas y metaheurísticas
- 5-CA- Diseñar herramientas informáticas para la resolución de problemas de OI
 - 4-CAD-Implementar modelos de programación matemática en herramientas de software comercial
 - 4-CAC-Construir modelos específicos para problemas específicos basados en los problemas básicos de organización industrial que utilizan programación matemática como herramienta preferente
- 5-DA- Realizar e interpretar análisis de sensibilidad de las soluciones propuestas
 - 4-DAA-Realizar e interpretar análisis de sensibilidad de modelos de programación lineal
 - 4-DAB-Evaluar el desempeño de algoritmos y modelos matemáticos
- 5-EA- Diseñar hojas de cálculo que estén organizadas adecuadamente para presentar problemas complejos

Estructura de las lecciones y conceptos claves a trabajar

- **Lección 8: Programación lineal**
 - *Construcción de un modelo de programación matemática*
 - *Implementación de un modelo de programación matemática (Validación)*
 - *Características de un buen modelo de programación matemática*
 - *¿Qué es la programación lineal?*
 - *Índices, parámetros, variables, objetivo y restricciones.*

- *Optimización con hoja de cálculo (Excel® y otros programas de resolución (Gusek).*
- *Análisis de Sensibilidad.*
- **Lección 9: Programación lineal entera**
 - *Diferentes áreas de aplicación de la programación entera*
 - *Tipos especiales de modelos de programación entera*
 - *Buenas y malas formulaciones de un modelo de programación entera*
 - *Simplificación de un modelo de programación entera*
 - *Programación Entera*
- **Lección 10. Programación 0-1**
 - *Programación binaria*
 - *Problemas de combinatoria*
 - *Tipos especiales de modelos de programación binaria*
- **Lección 11: Linealizando lo no-lineal**
 - *Objetivos no-lineales linealizables*
 - *El uso de variables discretas para representar relaciones condicionales*
 - *Más relaciones lógicas y su representación*
 - *Conjuntos especiales de variables ordenadas (SOS1 y SOS2)*
 - *Linealizando restricciones lógicas*

Parte VII. METODOLOGÍA

APRENDIZAJE

ENSEÑANZA-

El objetivo con el que se plantea la asignatura es triple:

1. En primer lugar, que los alumnos sepan que **estandarizar y automatizar procesos de toma de decisiones** es parte de lo que se espera de un alumno que ha cursado la especialidad Organización Industrial;
2. En segundo lugar, que los alumnos **conozcan problemas reales** y su **formalización matemática**, y
3. Por último, que sepan que hay muchas herramientas cuantitativas útiles para su trabajo y que su uso depende de que ellos pongan el empeño en **elegir la herramienta adecuada y aprender a utilizarla**.

Para ello, se plantean unas actividades de enseñanza aprendizaje que se apoyan en las actividades siguientes:

Los alumnos disponen de manera gratuita de **3 libros escritos** por los profesores de la asignatura que tratan de manera individual cada una de las unidades didácticas planteadas en la asignatura (considerando que la primera unidad es una introducción que se recoge en los libros). En cualquier momento, los alumnos podrán consultarlo para aprender los conceptos útiles.

Los conceptos teóricos se presentarán y las dudas se resolverán en **lecciones magistrales participativas** semanales donde el alumno está invitado a leer previamente los capítulos de libros correspondientes.

Para facilitar un **aprendizaje autónomo basado en el caso o en el problema**, se suministra a los alumnos una semana antes de cada clase de práctica de aula un caso o un problema cuya metodología de resolución adecuada, será el objeto de la siguiente clase de teoría de aula. Los alumnos tienen que trabajar los casos, subir un borrador de resolución usando técnicas como el **richpicturing**, **los diagramas**, **el modelado matemático** o deben intentar resolver el problema usando los softwares que se usan en la asignatura. Para el manejo de las herramientas, así como la teoría, se espera de los alumnos que utilicen los **recursos videos** realizados por los profesores de la asignatura (en dominio público y privado).

Durante las prácticas de aula, es muy recomendable que el alumno acuda a clase con un ordenador portátil con las herramientas básicas ya instaladas. La experiencia muestra que la interacción directa con las herramientas de resolución hace más accesible la asignatura.

Parte VIII. EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura tiene que ser capaz de medir el grado de consecución de los objetivos básicos de la asignatura y principalmente de los resultados de aprendizaje asociados a la asignatura.

Por lo tanto, en esta asignatura se propone el uso de varias metodologías de evaluación para poder medir el nivel de adquisición de los diferentes resultados de aprendizaje y competencias asociadas a la asignatura:

- Los resultados de niveles superiores (Niveles 4, 5 y 6) se evaluarán mediante trabajos académicos y exámenes orales.
- Los resultados de niveles inferiores (2 y 4) se evaluarán mediante pruebas escritas de respuesta abierta.

Además de ello, el método de evaluación debería permitir que los alumnos puedan demostrar una adquisición profunda y consolidada de los conocimientos pudiendo presentarse al examen denominado "final" a pesar de haber aprobado por evaluación continua.

Se propone pues las siguientes actividades por evaluación continua:

Actividad de evaluación	Número de actos
Examen Oral	3
Trabajo académico	3
Prueba escrita de respuesta abierta	2

Aunque es obligatorio complementar los pesos correspondientes a cada tipo de actividad de evaluación en la guía docente, en este caso, la nota final de la asignatura se calcula de una manera más compleja. Se propone definir la calificación final de la asignatura usando un método más sumativa y acorde a los procesos de enseñanza-aprendizaje que se presenta a continuación:

Sea:

(N1a<=1 punto)	Defensa oral del trabajo ligado a la práctica que se realizará si es posible en la fecha prevista para la denominada primera evaluación parcial.
(N1b<=1 punto)	Informe de la práctica entregada en la fecha prevista para la denominada primera evaluación parcial.
(N1c<=1 punto)	Defensa oral del trabajo ligado a la práctica que se realizará si es posible en la fecha prevista para la denominada segunda evaluación parcial.
(N1d<=1 punto)	Informe de la práctica entregada en la fecha prevista para la denominada segunda evaluación parcial.
(N2<=1 punto)	Preparación de las tareas que se realizan durante las prácticas en Aula.
(N3<=1 punto)	Participación en la resolución de problemas durante las prácticas de Aula.
(N4<=4 puntos)	Examen escrito que se realizará si es posible en la fecha prevista para la denominada segunda evaluación parcial.
(N5<=5 puntos)	Examen escrito que se realizará en el periodo del denominado examen final

Para calcular la nota de la asignatura NF, se propone usar considerar dos notas:

NEC: La nota de Evaluación Continua dónde

$$NEC = N1a + N1b + +N1c + +N1d + N2 + N3$$

NEX: La nota del Examen

$$NEX = 0.75 * \max\{N4; N5\} + 0.25 * \min\{N4; N5\}$$

De la forma siguiente, se propone calcular la nota final como sigue:

$$SI\{OR(N5 \geq 3; N4 \geq 3)\} \rightarrow NF = NEC + NEX$$

$$SI\{AND(N5 < 3; N4 < 3)\} \rightarrow NF = NEC + 0.3 * NEX$$

Parte IX. BIBLIOGRAFÍA DE LA ASIGNATURA MCOI

- A. Apuntes y libros de uso obligado por parte de los alumnos para poder seguir la asignatura.
 - a. Transparencias y los libros no publicados que se irán dejando en el sitio POLIFORMAT DE LA ASIGNATURA
 - b. Donald Gross et al. (2011) Fundamentals of queueing theory - ISBN: 978-0-471-79127-0, Wiley
 - c. El-Ghazali, T. (2009) Metaheuristics: from design to implementation - ISBN 9780470278581
 - d. Glover, F. (2002) Handbook of metaheuristics - ISBN 1402072635
 - e. Hillier, F.S.; Lieberman, G.J. (2015) Investigación de operaciones - ISBN: 9786071512925, McGraw-Hill
 - f. Williams, H.P. (2013) Model building in mathematical programming – ISBN 1118506189, John Wiley & Sons
- B. Libros que permitirán a los alumnos ampliar su conocimiento y tener otra visión de las mismas herramientas.
 - a. Albarracín Guillém, J.M. et al. (1999) Problemas de métodos cuantitativos II ISBN 8477218293 - SPUPV 99.4152
 - b. Alfaro Saiz, J.J. (2004) Métodos cuantitativos I: problemas ISBN 849705640X
 - c. Luke, S. (2009) Essentials of metaheuristics: a set of undergraduate lecture notes - ISBN 9780557148592
 - d. Vicens Salort, E. et al. (1997) Métodos cuantitativos Volumen II, ISBN 8477215456 847721543X (O.C.) - SPUPV 99.4050
 - e. Vicens Salort, E. et al. (2010) Métodos cuantitativos Volumen I ISBN 9788477215448 - SPUPV 97.475
 - f. Vicens Salort, E. et al. (2012) Métodos cuantitativos de ayuda a la toma de decisiones: problemas - ISBN 8497057457
 - g. Winston, W.L. (2005) Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos - ISBN 9706863621
 - h. Witenberg, J.P (1992) Modelos determinísticos - ISBN 9681805909
 - i. Witenberg, J.P (1991) Modelos estocásticos - ISBN 9681812476

