



## Proyecto/Guía docente de la asignatura

## Project/Course Syllabus

<b>Asignatura</b> <i>Course</i>	Modelado y Optimización de Procesos Químicos		
<b>Materia</b> <i>Subject area</i>	Ingeniería de Procesos Químicos		
<b>Módulo</b> <i>Module</i>			
<b>Titulación</b> <i>Degree Programme</i>	Grado en Ingeniería Química		
<b>Plan</b> <i>Curriculum</i>	442	<b>Código</b> <i>Code</i>	41850
<b>Periodo de impartición</b> <i>Teaching Period</i>	1er Cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b> <i>Type</i>	Obligatoria
<b>Nivel/Ciclo</b> <i>Level/Cycle</i>	Grado	<b>Curso</b> <i>Course</i>	Cuarto
<b>Créditos ECTS</b> <i>ECTS credits</i>	4.5 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b> <i>Language of instruction</i>	Castellano		
<b>Profesor/es responsable/s</b> <i>Responsible Teacher/s</i>	Ángel Martín Martínez, Sergio Bordel		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b> <i>Contact details (e-mail, telephone...)</i>	<a href="mailto:angel.martin.martinez@uva.es">angel.martin.martinez@uva.es</a> <a href="mailto:sergio.bordel@uva.es">sergio.bordel@uva.es</a>		
<b>Departamento</b> <i>Department</i>	Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b> <i>Review date by the Degree Committee</i>	24/06/2025		

En caso de guías bilingües con discrepancias, la validez será para la versión en español.  
*In the case of bilingual guides with discrepancies, the Spanish version will prevail.*



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### *Course Context and Relevance*

### 1.1 Contextualización

#### *Course Context*

Esta asignatura se imparte en el primer cuatrimestre del cuarto curso del Grado de Ingeniería Química, y en ella se aplican los conocimientos de fundamentos obtenidos a lo largo del Grado para el desarrollo de modelos matemáticos de procesos químicos y la optimización de procesos químicos.

### 1.2 Relación con otras materias

#### *Connection with other subjects*

Esta asignatura aplica conocimientos previos adquiridos en otras asignaturas del grado: Introducción a la Ingeniería Química, Termodinámica Química y Transferencia de Materia, Cálculo y diseño de operaciones de separación, cálculo y diseño de reactores químicos.

### 1.3 Prerrequisitos

#### *Prerequisites*

Recomendaciones de conocimientos previos:

- Conocimientos de Matemáticas.
- Conocimientos de Informática. Uso de hojas de cálculo y programas de cálculo científico.
- Conocimientos de Termodinámica.
- Conocimientos de procesos químicos: reacción, separación, transferencia de calor y flujo de fluidos.



**2. Resultados del proceso de formación y de aprendizaje (RD 822/2021) o competencias (RD 1393/2007)**

*Learning outcomes (RD 822/2021) or competences (RD 1393/2007)*

**2.1 (RD1393/2007) Competencias Generales**

*General Competences*

CG1. Capacidad de análisis y síntesis.

CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo.

CG3 Capacidad de expresión oral.

CG4 Capacidad de expresión escrita.

CG6. Capacidad de resolución de problemas.

CG7. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.

CG8 Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.

**2.2 (RD1393/2007) Competencias Específicas**

*Specific Competences*

CE32. Capacidad para el análisis diseño y optimización de procesos y productos.

CE40. Capacidad para el modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química.

CE41. Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación de procesos químicos.

CE42. Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de control de procesos químicos.

CE43. Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de instrumentación de procesos químicos.



### 3. Objetivos

### *Course Objectives*

El objetivo básico de la asignatura es que el alumno aprenda a aplicar e integrar conocimientos básicos de diversos campos de la ingeniería química (termodinámica, procesos de transporte, operaciones de separación y reacción, control de procesos, etc.) para desarrollar modelos de procesos, y que mediante la resolución de los modelos mediante las técnicas matemáticas adecuadas, pueda emplearlos para la toma de decisiones en el diseño y optimización de procesos.

Con ello, los objetivos específicos de la asignatura son:

- Conocer los tipos de modelos más empleados en la simulación de procesos químicos y los métodos de resolución numérica para cada uno de ellos.
- Seleccionar el modelo más adecuado para cada caso concreto y aplicarlo en procesos químicos.
- Aplicar técnicas de estimación y optimización de parámetros de los modelos.
- Formular problemas de toma de decisiones usando técnicas de optimización, y resolverlos empleando técnicas de optimización adecuadas.

**4. Contenidos y/o bloques temáticos****Course Contents and/or Modules****Bloque 1: Modelado de procesos químicos**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3,0  
Workload in ECTS credits:

**a. Contextualización y justificación****a. Context and rationale**

En este bloque se estudian las principales técnicas de modelado que se aplican en procesos químicos, aplicándolos a casos concretos de especial relevancia en la industria química.

**b. Objetivos de aprendizaje****b. Learning objectives**

Capacidad para el modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química (CE32), integrando conocimientos obtenidos en asignaturas anteriores (CG1), y para aprender y trabajar de forma autónoma (CG6), buscando bibliografía sobre algún conocimiento de vanguardia, y utilizando los conocimientos adquiridos en el modelado de sistemas clave para la industria química.

**c. Contenidos****c. Contents**

Tema 1 - Métodos de resolución de ecuaciones algebraicas y diferenciales no lineales: Métodos analíticos. Métodos numéricos: métodos de Euler explícitos e implícitos, métodos de diferencias finitas.

Tema 2 – Modelos en Ingeniería Química: tipos de modelos. Modelos basados en los fenómenos de transporte: modelos globalizados y modelos distribuidos.

Tema 3 – Comportamiento dinámico.

Tema 4 – Modelos de balance de población

**d. Métodos docentes****d. Teaching and Learning methods**

Exposición teórica.

Realización de prácticas de desarrollo de modelos de procesos clave en la industria química: transferencia de calor en elementos de diferentes geometrías, destilación, adsorción, reactor de tanque agitado, reactor catalítico tubular.

Adicionalmente, en una tarea se realizará el desarrollo del modelado de un sistema de reacción y separación de un proceso de vanguardia. Para su desarrollo no bastará con la



aplicación de los conocimientos obtenidos en las clases, siendo necesaria la búsqueda de información tecnológica en la bibliografía reciente

**e. Plan de trabajo**

***e. Work plan***

El estudio de los contenidos se realizará a partir del análisis de ejemplos concretos, que se implementarán y se resolverán en los seminarios.

**f. Evaluación**

***f. Assessment***

Para toda la asignatura, la evaluación se encuentra recogida en el apartado 7: Sistema y características de la evaluación, de esta guía docente.

Para evaluar la adquisición de la capacidad para desarrollar proyectos incorporando conocimientos de vanguardia, se evaluará: 1) el grado de actualidad de los conocimientos incorporados, 2) la capacidad de búsqueda, 3) el nivel de profundización y adquisición de los conocimientos, y 4) la implementación de los conocimientos en el desarrollo del proyecto.

**g Material docente**

***g Teaching material***

**g.1 Bibliografía básica**

***Required Reading***

1. Himmelblau, D. M., Bischoff, K. B. "Análisis y Simulación de Procesos". Reverte, 1992.
2. Strogatz, S. H. "Nonlinear dynamics and chaos", 2<sup>nd</sup> Ed. Westview Press, 2015.

**g.2 Bibliografía complementaria**

***Supplementary Reading***

1. Luyben, W. L. "Process Modelling, Simulation and Control for Chemical Engineers, 2<sup>nd</sup> Ed.". McGraw-Hill, 1990.
2. Seider, W. D., Seader, J. D., Lewin, D. R. "Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Evaluation, 2<sup>nd</sup> Ed.". John Wiley & Sons, 2003.
3. Puigjaner, L., Ollero, P., de Prada, C., Jiménez, L. "Estrategias de modelado, simulación y optimización de procesos". Ed. Síntesis, 2006.
4. Teschl, G. "Ordinary differential equations and dynamic systems". American Mathematical Society, 2012.

**g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)****Additional Online Resources (microlearning units, blogs, videos, digital journals, massive online courses (MOOC), etc.)**

En el campus virtual de la asignatura se proporcionan vídeos docentes que explican la elaboración de diferentes modelos.

**h. Recursos necesarios****Required Resources****i. Temporalización****Course Schedule**

<b>CARGA ECTS</b> <i>ECTS LOAD</i>	<b>PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO</b> <i>PLANNED TEACHING PERIOD</i>
3,0 ECTS	Semanas 1 a 8 del curso

**Bloque 2: Optimización de procesos químicos**

**Carga de trabajo en créditos ECTS:** 1,5  
**Workload in ECTS credits:**

**a. Contextualización y justificación****a. Context and rationale**

En este bloque se estudian diversas técnicas de optimización, aplicándolos a los casos concretos de la determinación de parámetros de los modelos desarrollados en el bloque anterior mediante optimización a partir de datos experimentales, y de la optimización del rendimiento de los procesos modelizados en el bloque anterior.

**b. Objetivos de aprendizaje****b. Learning objectives**

Capacidad para el análisis diseño y optimización de procesos y productos (CE32), a partir de la aplicación de métodos de optimización sobre modelos de procesos químicos.

**c. Contenidos****c. Contents**

Tema 6 – Métodos de optimización de parámetros de modelos: método de los momentos, ajustes por mínimos cuadrados, algoritmos genéticos.

Tema 7 – Métodos de optimización no lineal. Método de los multiplicadores de Lagrange. Funciones convexas. Algoritmos de optimización sin restricciones: método del descenso

más pronunciado. Optimización con restricciones: condiciones de Karush-Kuhn-Tucker. Modelos estadísticos. Optimización en ambientes de riesgo o incertidumbre. Aplicación a la optimización de procesos químicos.

**d. Métodos docentes*****d. Teaching and Learning methods***

Exposición teórica.

Realización de prácticas de optimización de parámetros en un modelo mediante diferentes metodologías: optimización por el método de Newton, algoritmos genéticos, método de los momentos. Prácticas de implementación de un algoritmo de optimización. Prácticas de resolución de problemas de optimización en ambientes de riesgo o incertidumbre.

**e. Plan de trabajo*****e. Work plan***

El estudio de los contenidos se realizará a partir del análisis de ejemplos concretos, que se implementarán y se resolverán en los seminarios.

**f. Evaluación*****f. Assessment***

Para toda la asignatura, la evaluación se encuentra recogida en el apartado 7: Sistema y características de la evaluación, de esta guía docente.

Para evaluar la adquisición de la capacidad para desarrollar proyectos incorporando conocimientos de vanguardia, se evaluará: 1) el grado de actualidad de los conocimientos incorporados, 2) la capacidad de búsqueda, 3) el nivel de profundización y adquisición de los conocimientos, y 4) la implementación de los conocimientos en el desarrollo del proyecto.

**g Material docente*****g Teaching material*****g.1 Bibliografía básica*****Required Reading***

1. L. Puigjaner, P. Ollero. C. de Prada, L. Jiménez. "Estrategias de modelado, simulación y optimización de procesos químicos". Síntesis, 2006.
2. E. Ramos Méndez. "Modelización". Ediciones Académicas, 2017.

**g.2 Bibliografía complementaria*****Supplementary Reading***

1. R. Vélez Ibarrola. "Teoría de la Decisión". UNED, 2012.
2. Boyd, S., Vandenberghe, L. "Convex optimization". Cambridge University Press, 2004
3. Lazic, Z. R. "Full scale plant optimization in chemical engineering". Wiley, 2022.

**g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**  
***Additional Online Resources (microlearning units, blogs, videos, digital journals, massive online courses (MOOC), etc.)***

En el campus virtual de la asignatura se proporcionan vídeos docentes que explican la elaboración de diferentes modelos.

**h. Recursos necesarios**

***Required Resources***

**i. Temporalización**

***Course Schedule***

<b>CARGA ECTS</b> <i>ECTS LOAD</i>	<b>PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO</b> <i>PLANNED TEACHING PERIOD</i>
1,5 ECTS	Semanas 9 a 14 del curso

**5. Métodos docentes y principios metodológicos**

***Instructional Methods and guiding methodological principles***

<b>MÉTODOS DOCENTES</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Clases de aula teóricas.</b>	En las clases se desarrollan los contenidos, teniendo en cuenta los objetivos establecidos previamente y las competencias que los alumnos deben adquirir. Todos los contenidos se acompañan de ejemplos reales.
<b>Clases de aula de problemas.</b>	Las clases prácticas, de resolución de problemas, tienen como finalidad el análisis y aplicación de los contenidos teóricos.
<b>Laboratorio de informática</b>	Laboratorio de informática de desarrollo de ejemplos prácticos de los modelos y las técnicas impartidas en la asignatura, que se impartirá on-line empleando vídeos docentes pregrabados y videoconferencias.
<b>Web/Aula virtual</b>	Todo el contenido del curso se encuentra disponible en el Campus Virtual UVa ( <a href="http://campusvirtual.uva.es">http://campusvirtual.uva.es</a> ).



## 6. Tabla de dedicación del estudiantado a la asignatura

## Student Workload Table

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES o A DISTANCIA <sup>(1)</sup> FACE-TO-FACE/ ON-SITE or ONLINE ACTIVITIES <sup>(1)</sup>	HORAS HOURS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES INDEPENDENT / OFF-CAMPUS WORK	HORAS HOURS
Clases teóricas	15	Estudio y trabajo autónomo individual	67,5
Clases prácticas	10		
Laboratorios de informática	20		
Total presencial <i>Total face-to-face</i>	<b>45</b>	Total no presencial. <i>Total non-face-to-face</i>	<b>67,5</b>
TOTAL presencial + no presencial <i>Total</i>			<b>112,5</b>

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sentado en un aula del campus sigue una clase por videoconferencia de forma síncrona, impartida por el profesor. *Distance face-to-face activity refers to a situation in which a group of students, seated in a classroom on campus, attends a class via live videoconference delivered by the instructor in real time.*

## 7. Sistema y características de la evaluación

## Assessment system and criteria

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO ASSESSMENT METHOD/PROCEDURE	PESO EN LA NOTA FINAL WEIGHT IN FINAL GRADE	OBSERVACIONES REMARKS
Examen escrito	50%	El examen podrá constar de ejercicios de aplicación y cuestiones teórico-prácticas. Se requerirá una nota mínima de 4.0/10 en el examen para superar la asignatura.
Evaluación continua de prácticas de laboratorio	50%	Ejercicios realizados durante las clases de seminario de informática y entregados a través del campus virtual. Para recibir calificación en este elemento, se requerirá entregar al menos el 80% de los seminarios propuestos durante el curso; de no ser así, este elemento se calificará con "0 – No presentado".



**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN ASSESSMENT CRITERIA**

- **Convocatoria ordinaria. First Exam Session (Ordinary)**
  - Examen escrito. Informes de prácticas de laboratorios de informática.
- **Convocatoria extraordinaria<sup>(\*)</sup> Second Exam Session (Extraordinary / Resit) <sup>(\*)</sup>:**
  - Examen escrito. Informes de prácticas de laboratorios de informática.

**8. Consideraciones finales**

**Final remarks**

Se autoriza el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) como apoyo en el desarrollo de tareas, informes y demás documentos evaluables, siempre y cuando dicho uso sea claramente especificado en cada entrega. El alumnado deberá indicar de forma explícita qué herramientas de IA han sido utilizadas, así como el tipo de asistencia proporcionada (por ejemplo, generación de texto, análisis de datos, programación, etc.), con el fin de garantizar la transparencia y fomentar el uso ético de estas tecnologías.



