



Proyecto/Guía docente de la asignatura

Project/Course Syllabus

Asignatura <i>Course</i>	Optimización de Procesos Químicos / Chemical Processes Optimization		
Materia <i>Subject area</i>	Simulación y optimización / Simulation and Optimization		
Módulo <i>Module</i>	Ingeniería de procesos y producto / Process & Product Engineering		
Titulación <i>Degree Programme</i>	Master de Ingeniería Química / Master in Chemical Engineering		
Plan <i>Curriculum</i>	542	Código <i>Code</i>	53743
Periodo de impartición <i>Teaching Period</i>	1er cuatrimestre / 1 st Semester	Tipo/Carácter <i>Type</i>	Obligatoria / Compulsory
Nivel/Ciclo <i>Level/Cycle</i>	Master	Curso <i>Course</i>	1º
Créditos ECTS <i>ECTS credits</i>	4,5		
Lengua en que se imparte <i>Language of instruction</i>	ESPAÑOL E INGLÉS / SPANISH AND ENGLISH		
Profesor/es responsable/s <i>Responsible Teacher/s</i>	María Jesús de la Fuente Aparicio y Gloria Gutiérrez Rodríguez		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...) <i>Contact details (e-mail, telephone...)</i>	mariajesus.fuente@uva.es 983 423984 gloria.gutierrez@uva.es 983 423566		
Departamento <i>Department</i>	Ingeniería de Sistemas y Automática / System Engineering and Automatic control		
Fecha de revisión por el Comité de Título <i>Review date by the Degree Committee</i>	13/07/2026		

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 enmarca en la formación en optimización de procesos industriales a los estudiantes de Ingeniería Química y proporciona los fundamentos, metodología y experiencia práctica para abordar la formulación y resolución de problemas de optimización en la industria de procesos.

This course is taught in the first semester of the first year of the Master in Chemical Engineering. This course is framed within the training in optimization methods to the students of Chemical Engineering. It provides the basic knowledge, methods and practical experience required to formulate and solve optimization problems of industrial processes

1.2 Relación con otras materias

Connection with other subjects

La asignatura está relacionada con temas de modelado y simulación dentro de la misma materia, así como con otros temas de análisis y diseño de procesos y de control avanzado de procesos.

The course is related to topics of modelling and simulation with the same module and provides support for other courses of the following semesters, in particular, for topics of process design and advanced control.

1.3 Prerrequisitos

Prerequisites

Se requieren tener conocimientos generales de procesos y haber cursado asignaturas básicas de matemáticas, física y química y tecnologías del grado

A background in processes, math, physics and chemistry and technologies at Bachelor level is required.

**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)***

Para los planes de estudio al amparo del RD 822/2021 deben completarse conocimientos o contenidos, habilidades o destrezas y las competencias.

Para los planes de estudio al amparo del RD 1393/2007 deben completarse las Competencias Generales y las Competencias Específicas.

For study programmes under RD 822/2021, it is necessary to specify knowledge or content, skills or abilities, and competences.

For study programmes under RD 1393/2007, General Competences and Specific Competences must be included.

2.1 (RD822/2021) Conocimientos o contenidos***Knowledge or content*****2.2 (RD822/2021) Habilidades o destrezas*****Skills or abilities*****2.3 (RD822/2021) Competencias*****Competences*****2.1 (RD1393/2007) Competencias Generales*****General Competences***

CG01. Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.

CG01. Ability to apply the scientific method and principles of engineering and economics to formulate and solve complex problems in processes, equipment, facilities and services, where matter changes its composition, state or energy content, characteristic of the Chemical industry and other related sectors, including pharmaceuticals, biotechnology, materials, energy, food and the environment.

CG05. Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.

CG05. To know how to establish mathematical models and develop them by means of appropriate informatics, as scientific and technological basis for the design of new products, processes, systems and services, and for the optimization of others already developed.



CG06. Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental.

CG06. To be able to analyze and synthesize the continuous progress of products, processes, systems and services using criteria of safety, economic viability, quality and environmental management.

CG11. Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

CG11. To possess the abilities of the autonomous learning, to maintain and to improve the own competences of the chemical engineering that allow the continuous development of the profession.

2.2 (RD1393/2007) Competencias Específicas

Specific Competences

CEP03. Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas.

CEP03. Conceptualize engineering models, apply innovative methods in problem solving and use of suitable computer applications for the design, simulation, optimization and control of processes and systems.



3. Objetivos

Course Objectives

La asignatura pretende que el alumno:

1. Aprenda a formular problemas de toma de decisiones usando técnicas de optimización,
2. Conozca los distintos tipos de problemas, así como los fundamentos de los algoritmos de resolución numérica y el software comercial que permite aplicarlos
3. Aprenda a aplicarlos en algunos problemas prácticos relacionados con la industria de procesos

The subject aims that the student can:

1. Learn how to formulate decision making problems using optimization methods.
2. Recognize different classes of optimization problems, their basis and the numerical methods and algorithms to solve them using commercial software.
3. Learn to apply optimization methods in practical problems of the process industry.



**4. Contenidos y/o bloques temáticos****Course Contents and/or Modules****Bloque 1: “ Optimización de procesos químicos”****Module 1: “Chemical Processes optimization”**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 4,5
Workload in ECTS credits:

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

Esta asignatura se enmarca en la formación en optimización de procesos a los estudiantes de Ingeniería Química. La optimización es un elemento fundamental en una metodología moderna de diseño, control y operación de procesos basada en el uso de modelos que permitan la toma de las mejores decisiones.

This subject is framed within the training in optimization methods for the students of Chemical Engineering. Optimization is a fundamental tool to design, control and operation of processes based on the use of models that permit to make optimal decisions.

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

Los alumnos que cursen la asignatura con aprovechamiento, partiendo de un conocimiento de los procesos con los que deben operar, deberían ser capaces de aprender a formular problemas de toma de decisiones en la industria de procesos usando técnicas de optimización, a seleccionar los algoritmos de resolución numérica y el software comercial adecuados y a interpretar y aplicar las soluciones obtenidas.

This course is framed within the training in optimization methods to the students of Chemical Engineering. It provides the basic knowledge, methods and practical experience required to formulate and solve optimization problems of industrial processes using the adequate software. Also the students must to interpret and to apply the solutions obtained.

c. Contenidos**c. Contents**

T1. Introducción. Toma de decisiones óptimas. Modelos, grados de libertad, funciones objetivo. Formulación de problemas de optimización en diseño y operación en la industria de procesos. Conceptos matemáticos básicos. Convexidad. Tipos de problemas de optimización. Campos de aplicación.

T2 Optimización sin restricciones. Condiciones de extremo. Problemas de una variable. Método del gradiente más pronunciado. Métodos tipo Newton. Métodos basados en evaluaciones de la función. Formulación de problemas.



T3. Programación Lineal (LP). Método simplex. Teoría de la dualidad. Sensibilidad de las soluciones. Escalabilidad de los métodos. Formulación de problemas.

T4 Optimización con restricciones. Multiplicadores de Lagrange. Ejemplos. Condiciones de KKT. Funciones de penalización. Programación no-lineal (NLP). Métodos SQP y de punto interior. Convexificación. Formulación de problemas. Aplicaciones al diseño óptimo de procesos. Introducción a los métodos evolutivos de optimización.

T5 Problemas mixto-enteros (MILP). Algoritmo Branch and Bound. Formulación de condiciones lógicas. Formulación de problemas.

T6 Introducción a la secuenciación y planificación de procesos batch. Cartas de Gantt.

T1.- Introduction to optimization. Models, degree of freedom, cost function, problems formulation in terms of optimization apply to the design and operation in the process industry. Basic concepts. Convexity. Types of optimization problems. Applications.

T2.- Unconstraint optimization. Optimum conditions. Problems with a unique variable. Steepest descendent gradient method. Newton type methods. Methods based on function evaluations. Problems formulation in process design and process operation. Software environments for optimization

T3.- Linear Programming (LP). Simplex methos. Duality theory. Solutions sensibility. Problems formulation in process design and process operation. Software environments for optimization

T.4.- Non-linear Programming (NLP). Langrange multipliers. Examples. KKT conditions. Penalization methods. SQP method and interior point methods. Covexification. Application to the optimal processes design. Introduction to the metaheuristics methods. Software environments for optimization

T.5.- Mix integer Programming (MINLP).Branch and Bound method. Formulation of logic conditions. Problem formulation. Software environments for optimization. Use of superstructures. Applications to process synthesis

T.6.- Introduction to batch processes, planning and scheduling. Gant chart

d. Métodos docentes

d. Teaching and Learning methods

Clases de teoría y aula

Para conocer los fundamentos

Clases de laboratorio, desarrollo de proyectos prácticos, seminarios

Para aprender practicando

La asignatura se desarrollará tomando como base casos prácticos de optimización de procesos, siguiendo el enfoque de aprender practicando. El alumno se familiarizará con la metodología para abordar dichos casos



prácticos, aprenderá a formularlos en entornos de optimización comerciales y a emplear los algoritmos y software para resolverlos, así como formas de utilizarlos en otras aplicaciones.

Theory and Aula classes

To learn the basis of the optimization area.

Laboratory work, develop

To learn by practicing

Practical projects, seminars

The subject will be developed using practical cases of the process's optimization, following the principle of learning by practicing. The student will be familiarized with the methodology used to solve the practical examples, will learn to formulate them in commercial optimization software and to use the adequate algorithms to solve them and to learn how use these solutions in other applications.

e. Plan de trabajo

e. Work plan

Tema	Título del tema	Teoría (horas)	Aula (horas)	Seminario (horas)	Laboratorio (horas)
1	Fundamentos de Optimización	3	1	1	2
2	Algoritmos	11	4	4	6
3	Aplicaciones	1			12
TOTAL		15	5	5	20

Area	Title of the area	Theory (hours)	Aula (horas)	Seminars (hours)	Laboratory (hours)
1	Basis of the optimization	3	1	1	2
2	Algorithms	11	4	4	6
3	Aplications	1			12
TOTAL		15	5	5	20

f. Evaluación

f. Assessment

ACTIVIDAD	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Participación en actividades	10%	
Trabajos e informes de laboratorio	60%	
Exámenes	30%	Se requiere un mínimo de 4 puntos en el examen final para sumar prácticas



ACTIVITY	WEIGHT IN THE FINAL MARK	COMMENTS
Activity participations	10%	
Laboratory work and reports	60%	
Exams	30%	A minimum mark of 4.0 is required in the written exam to pass the subject.

g Material docente

g Teaching material

Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. El profesorado tiene acceso, a la **plataforma Leganto de la Biblioteca** para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas"). Si ya lo ha hecho, puede poner tanto en la guía docente como en el Campus Virtual el enlace permanente a Leganto.

La Biblioteca se basa en la bibliografía recomendada en la Guía docente para adaptar su colección a las necesidades de docencia y aprendizaje de las titulaciones.

Si tiene que actualizar su bibliografía, el enlace es el siguiente,

<https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/login?auth=SAML> (acceso mediante tus claves UVA). Este enlace te envía a la página de autenticación del directorio UVA, el cual te redirige a Leganto. Una vez allí, aparecerán, por defecto, las listas de lectura correspondientes a las distintas asignaturas que imparte ("instructor" en la terminología de Leganto / Alma). Desde aquí podría añadir nuevos títulos a las listas existentes, crear secciones dentro de ellas o, por otra parte, crear nuevas listas de bibliografía recomendada.

Puede consultar las listas de lectura existentes mediante el buscador situado en el menú de arriba a la izquierda, opción "búsqueda de listas".

En la parte superior derecha de cada lista de lectura se encuentra un botón con el signo de omisión "○○○" (puntos suspensivos), a través del cual se despliega un menú que, entre otras opciones, permite "Crear un enlace compartible" que puede dirigir o bien a la lista de lectura concreta o bien al "Curso" (asignatura). Este enlace se puede indicar tanto en el apartado "g. Materiales docentes" (y subapartados) de la Guía Docente como en la sección de Bibliografía correspondiente a la asignatura en el Campus Virtual Uva.

Para resolver cualquier duda puede consultar con la biblioteca de tu centro. [Guía de Ayuda al profesor](#)

It is essential that the references provided for this course are up to date and complete. Faculty members have access to the Library's Leganto platform to update their recommended reading lists. If they have already done so, they may include the permanent Leganto link both in the course syllabus and on the Virtual Campus.

The Library relies on the recommended bibliography listed in the course syllabus to adapt its collection to the teaching and learning needs of each degree programme.

To update your bibliography, please use the following link:

<https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/login?auth=SAML> (access using your UVA credentials). This link takes you to the UVA directory authentication page, which will then redirect you to Leganto. Once there, the reading lists associated with the courses you teach will appear by default ("instructor" in Leganto/Alma terminology). From this platform, you can add new titles to existing lists, create sections within them, or alternatively, create new recommended reading lists.

You can browse existing reading lists using the search bar located in the top left menu, under the "Find Lists" option.

In the top right corner of each reading list, you will find a button marked with an ellipsis "○○○" (three dots). Clicking it opens a menu that includes, among other options, the ability to "Create a shareable link", which can point either to a specific reading list or to the entire course. This link can be included in section "g. Teaching Materials" (and its subsections) of the Course Syllabus, as well as in the Bibliography section of the course page on the UVA Virtual Campus.

If you have any questions, please contact your faculty library. [Guía de Ayuda al profesor](#)

g.1 Bibliografía básica

Required Reading

- Optimization of Chemical Processes, T.F. Edgar, D.M. Himmenblau, L.S. Lasdon, McGraw Hill, 2ª edic., 2001.
- Systematic Methods of Chemical Process Design, L.T. Biegler, I.E. Grossmann, A.W. Westerberg, Prentice Hall 1997.



- Engineering Optimization, G.V. Reklaitis, A. Ravindran, K.M. Ragsdell, J. Wiley 1983

g.2 Bibliografía complementaria

Supplementary Reading

- Nonlinear Programming: Concepts, Algorithms and Applications to Chemical Processes, Biegler, L. T., SIAM, Philadelphia (2010)
- Practical Methods of Optimization, R. Fletcher, J. Wiley, 2ª edición, 1991
- Model Building in Mathematical Programming, H.P. Williams, J. Wiley 4ª edic., 2002
- Optimization, Foundations and Applications, R. E. Miller, J. Wiley, 2000
- Nonlinear Programming, M.S. Barazaa, H.D. Sherali, C.M. Shetty, 2º edic., Wiley-Interscience, 1993
- Non-linear and Mix-Integer Optimization, C. A. Floudas, Edt. Oxford Univ. Press, 1995
- Estrategias de Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos, L. Puigjaner, P. Ollero, C. de Prada, L. Jimenez, Editorial Síntesis, 2006

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 pueden incluirse este tipo de recursos, que se actualizan a lo largo del curso

In the Virtual Campus will be included different materials that are actualized each course.

h. Recursos necesarios

Required Resources

Aula con proyector multimedia y pizarra para las sesiones de teoría.

Plataforma educativa para publicar material didáctico, guías de ejercicios, soluciones, tareas, etc.

Acceso al material bibliográfico recomendado.

Uso de software especializado de optimización.

An aula with a multimedia projector and blackboard for the theory sessions.

Educative platform to publish the didactic material, exercises, solutions, tasks, etc.

Access to the recommended bibliography

Specialized software for optimization

i. Temporalización

Course Schedule

CARGA ECTS ECTS LOAD	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO PLANNED TEACHING PERIOD
4,5	Semas 1-15 del cuatrimestre
4,5 ECTS	1-15 weeks of the semester

**5. Métodos docentes y principios metodológicos*****Instructional Methods and guiding methodological principles***

MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Clases de teoría y aula	Conocer los fundamentos
Clases de laboratorio, desarrollo de proyectos prácticos, discusiones	Aprender practicando

La asignatura se desarrollará tomando como base casos prácticos de optimización de procesos, siguiendo el enfoque de aprender practicando. El alumno se familiarizará con la metodología para abordar dichos casos prácticos, aprenderá a formularlos en entornos de optimización comerciales y a emplear los algoritmos y software para resolverlos, así como formas de utilizarlos en otras aplicaciones.

TEACHING METHODS	COMMENTS
Theory and examples de teoría y aula	Knowing the basis
Lab sessions, practical projects, seminars	Learning by practice

Lecturing is developed in the computer room in a practical way, following the principle of learning by practice. Besides explaining the fundamentals, the professor guides the class, involving the students in the development of practical cases following a methodology and using commercial software to solve them.

6. Tabla de dedicación del estudiantado a la asignatura***Student Workload Table***

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES o A DISTANCIA ⁽¹⁾ FACE-TO-FACE/ ON-SITE or ONLINE ACTIVITIES ⁽¹⁾	HORAS HOURS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES INDEPENDENT / OFF-CAMPUS WORK	HORAS HOURS
Lectures / Clases teórico-prácticas	15	Self-study and individual work / Estudio y trabajo autónomo individual	40
Practical classes / Clases prácticas de aula	5	Study and autonomous group work / Estudio y trabajo autónomo grupal	28
Seminars / Seminarios	5		
Computing room classes /Laboratorios	20		
Total presencial <i>Total face-to-face</i>	45	Total no presencial. <i>Total non-face-to-face</i>	68
TOTAL presencial + no presencial <i>Total</i>			112

(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
Participation in activities / Participación en actividades	10%	
Assignments / Trabajos e informes de laboratorio.	60%	
Written exam / Exámen	30%	A minimum mark of 4.0 is required in the written exam to pass./ Se requiere un mínimo de 4 puntos en el examen final para sumar prácticas

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN ASSESSMENT CRITERIA

- **Convocatoria ordinaria. First Exam Session (Ordinary)**
 - Como indica la table / As indicated in the table
- **Convocatoria extraordinaria^(*)Second Exam Session (Extraordinary / Resit) ^(*):**
 - De forma similar a la convocatoria ordinaria (tabla anterior) / Similar to de first exam sesión (ordinary) As indicated in the table

(*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria.

RECORDATORIO El estudiante debe poder puntuar sobre 10 en la convocatoria extraordinaria salvo en los casos especiales indicados en el Art 35.4 del ROA 35.4. "La participación en la convocatoria extraordinaria no quedará sujeta a la asistencia a clase ni a la presencia en pruebas anteriores, salvo en los casos de prácticas externas, laboratorios u otras actividades cuya evaluación no fuera posible sin la previa realización de las mencionadas pruebas."

<https://secretariageneral.uva.es/wp-content/uploads/VII.2.-Reglamento-de-Ordenacion-Academica.pdf>

(*)The term "second exam session (extraordinary/resit)" refers to the second official examination opportunity.

REMINDER Students must be assessed on a scale of 0 to 10 in the extraordinary session, except in the special cases indicated in Article 35.4 of the ROA: "Participation in the extraordinary exam session shall not be subject to class attendance or participation in previous assessments, except in cases involving external internships, laboratory work, or other activities for which evaluation would not be possible without prior completion of the aforementioned components."

<https://secretariageneral.uva.es/wp-content/uploads/VII.2.-Reglamento-de-Ordenacion-Academica.pdf>

8. Consideraciones finales

Final remarks

La docencia será presencial, pero por razones organizativas del Centro y de la UVa, algunas actividades podrán impartirse de forma remota

Teaching will be in person, but for organizational reasons at the Center and UVa, some activities may be taught remotely



USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL;

- ☐ El uso de IA Generativa está permitido en ciertas tareas de esta asignatura, pero nunca en el examen final.
- ☐ Para conocer en cuáles se permite, se aconseja revisar con detalle las especificaciones de dichas tareas cuando estas aparezcan en el campus virtual, se anuncien en clase-.
- ☐ Es responsabilidad del/de la estudiante el conocimiento de estos permisos específicos.
- ☐ Se recomienda usar solo las herramientas para las que dispone licencia la Universidad de Valladolid y conocer las implicaciones de cada licencia en cuanto a la privacidad y uso de datos por parte de las herramientas.
- ☐ Al entregar la tarea correspondiente el estudiante deberá incluir en la misma una declaración firmada donde especifique donde y como ha utilizado la IA para la realización de la misma (es decir, que herramienta ha usado, el propósito de su uso: generación de texto, depuración de código, etc, y la parte específica donde la ha usado). El uso indebido de la IA o el no incluir esta declaración será considerada una falta conforme a la normativa académica vigente.:
- ☐ El uso de estas herramientas no exime al estudiante de comprender a fondo el contenido generado. Será imprescindible que el estudiante pueda explicar, justificar y defender ante el profesorado las soluciones, razonamientos y decisiones tomadas, independientemente de que hayan sido asistidas por herramientas de IA. Además, no se admitirán entregas que consistan únicamente en contenido generado por IA sin intervención ni comprensión por parte del autor.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE;

- ☐ The use of Generative AI is permitted in certain tasks in this course, but never in the final exam.
- ☐ To find out in which tasks the AI is allowed, it is advisable to carefully review the specifications of these tasks when they appear on the virtual campus or are announced in class.
- ☐ It is the student's responsibility to be aware of these specific permissions
- ☐ It is recommended to use only the tools licensed by the University of Valladolid and to understand the implications of each license regarding privacy and data use by the tools.
- ☐ When submitting the corresponding task, the student must include a signed statement specifying where and how the AI was used to complete the task (i.e., which tool they used, the purpose of its use (text generation, code debugging, etc.), and the specific section where it was used). Misuse of AI or failure to include this statement will be considered a fault under current academic regulations:
- ☐ The use of these tools does not exempt students from a thorough understanding of the generated content. It will be essential for the student to be able to explain, justify, and defend their solutions, reasoning, and decisions before the teachers, regardless of whether they were assisted by AI tools. Submissions consisting solely of AI-generated content without any intervention or understanding from the author will also not be accepted.

