



Guía Docente:

INGENIERÍA DE LA CATALISIS AMBIENTAL



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2019-2020

**I.- IDENTIFICACIÓN**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Ingeniería de la Catálisis Ambiental
CARÁCTER:	Optativa
MATERIA:	Campos de aplicación de la Ingeniería Química
MÓDULO:	Ingeniería de Procesos y Productos
TITULACIÓN:	Master de Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Segundo Cuatrimestre
DEPARTAMENTO/S:	Ingeniería Química y de Materiales
PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:	

Grupo A	
Teoría Seminario	Profesora: AURORA SANTOS LÓPEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Edificio A, QA-B57A, Ala Sur e-mail: aurasan@quim.ucm.es
Teoría Seminario Laboratorio	Profesor: SERGIO RODRÍGUEZ VEGA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Edificio A, QA-B57-B. Ala Sur e-mail: sergioro@ucm.es
Seminario Laboratorio	Profesor: DAVID LORENZO FERNÁNDEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Edificio A, QAB 60. Ala Sur e-mail: dlorenzo@ucm.es

II.- OBJETIVOS**■ OBJETIVO GENERAL**

Introducir al alumno en la Ingeniería de la Catálisis Ambiental con el fin de que adquiriera un conocimiento claro de la metodología empleada en el diseño de los catalizadores, catálisis y procesos catalíticos de interés ambiental.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adquirir capacidad de análisis, síntesis y gestión de información sobre la tecnología catalítica y su aplicación a la producción sostenible y a la protección ambiental.
- Diseñar procesos catalíticos de interés ambiental tomando como base la ingeniería química.
- Modelar, a partir de un conocimiento fenomenológico, procesos de depuración catalítica de corrientes gaseosas y líquidas.



III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Ingeniería de la Reacción Química (Cinética Química Aplicada y Diseño de Reactores). Ingeniería Ambiental. Tecnología Ambiental. Matemáticas. Cálculo Numérico.

■ RECOMENDACIONES:

Es conveniente tener conocimientos de software de cálculo científico.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Empleo de sistemas catalíticos en la eliminación de contaminantes gaseosos procedentes de fuentes móviles y fuentes fijas. Eliminación de contaminantes en efluentes líquidos. Catálisis en la producción sostenible de productos químicos y energía. Evolución de los contaminantes en la atmósfera.

■ PROGRAMA:

1. INTRODUCCIÓN.
2. CATÁLISIS Y CATALIZADORES.
3. FUENTES MÓVILES. Catalizadores de automóviles en motores de motores diesel y gasolina. Tecnologías emergentes.
4. FUENTES FIJAS. Eliminación catalítica de Compuestos orgánicos volátiles, Monóxido de carbono e hidrocarburos. Reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno. Aplicación a casos prácticos: diseño de reactores monolíticos:
5. ELIMINACION CATALITICA DE CONTAMINANTES EN FASE LIQUIDA. Tratamiento de aguas residuales industriales. Hidrodesulfuración.
6. CATÁLISIS Y PRODUCTOS QUÍMICOS. Transformaciones químicas para un desarrollo sostenible. Materias Primas no convencionales. Producción con menos residuos.
7. CATALISIS y ENERGÍA. Fuentes de energías renovable. Combustión catalítica. Celdas de combustible.
8. CATALISIS Y CONTAMINACION ATMOSFERICA. El dióxido de carbono. Los CFCs. El óxido nitroso. Ozono.

V.- COMPETENCIAS

■ GENÉRICAS:

- **CG1:** 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..

- **CG2:** Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.
- **CG5:** 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.
- **CG10:** Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor.
- **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.

■ ESPECÍFICAS:

- **CEM-1** Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias.
- **CEM2:** Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.
- **CEM-3:** 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.
- **CEM-4:** 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.
- **CEM-6:** Diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la gestión integral de suministros y residuos, sólidos, líquidos y gaseosos, en las industrias, con capacidad de evaluación de sus impactos y de sus riesgos.



• VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	30	45	3
Seminarios	15	22.5	1,5
Tutorías/Trabajos dirigidos	2	3	0,1
Laboratorios	10	7.5	1
Preparación de trabajos y exámenes	3	7	0,3
Total	60	85	6

VII.- METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los alumnos en clases presenciales, divididas en dos tipos:

- Las denominadas **clases presenciales de teoría** se impartirán al grupo completo, y en ellas se dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrá claramente el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se hará un breve resumen de los contenidos más relevantes y se plantearán nuevos objetivos que permitirán interrelacionar contenidos ya estudiados. Durante la exposición de contenidos se propondrán cuestiones que ejemplifiquen los conceptos desarrollados o que sirvan de introducción a nuevos contenidos. Para facilitar la labor de seguimiento por parte del alumno de las clases presenciales se le proporcionará la parte que se estime necesaria del material docente utilizado por el profesor, bien en fotocopia o en el Campus Virtual. La exposición de cada uno de los temas se hará haciendo uso de la pizarra y de software de presentaciones, simulación, cálculo numérico, etc.
- Las **clases presenciales de seminarios**. Periódicamente se suministrará al alumno una relación de problemas/ejercicios. Algunos de estos ejercicios serán resueltos en clase por el profesor y otros se propondrán al alumno para ser resueltos como trabajo personal. Estos últimos se entregarán al profesor. Posteriormente se discutirán los resultados de estos problemas, en grupos reducidos. Los alumnos deberán **realizar** algún trabajo a lo largo del curso, sobre temas propios de la asignatura, que se evaluarán como actividades de trabajo autónomo o no presencial. El objetivo general de estos trabajos es que los alumnos aprendan a realizar búsquedas bibliográficas para obtener la información necesaria para resolver un problema abierto y orientado hacia la realidad industrial, a analizarla, valorarla y aplicarla. Los trabajos propuestos a cada alumno incluyen, además del trabajo bibliográfico, métodos de cálculo, interpretación de resultados y elaboración del correspondiente informe.
- Las **clases presenciales de laboratorio**. Se realizarán tres prácticas. Una de ellas en aula informática para la simulación de un proceso catalítico a escala industrial y otra en laboratorio para la obtención y análisis de datos en una reacción catalítica de interés ambiental. El alumno elaborará de forma individual un guión de la práctica, donde



presentará el objeto de la práctica, la experimentación o simulaciones realizadas, los resultados obtenidos y la discusión razonada de éstos que le permita elaborar las conclusiones alcanzadas. Se calificará tanto el trabajo realizado en el laboratorio como el guión individual presentado.

- Las **tutorías** se programarán de forma individualizada o con grupos reducidos. En ellas se resolverán las dudas planteadas por los alumnos y se discutirán los problemas y las cuestiones aportadas por el profesor relacionadas con el temario de la asignatura, así como casos prácticos concretos.
- Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se considere necesario del utilizado en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presencial.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

1. Martin V. Twigg “Catalysis Handbook” Manson Publishing. 2d Ed. Frome, 1996.
2. Janssen F.J.J.G. y van Santen (Ed.). “Environmental Catalysis”. Imperial College Press. Londres. 1999
3. Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment Ed. Simon Parsons. IWA Publishing, UK 2004.
4. Heck, R.M y R.J. Farrauto.”Catalytic Air Pollution Control. Commercial Technology”. Wiley, 3d Ed. New Jersey, 2009

IX.- EVALUACIÓN

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en **todas las convocatorias**:

■ EXÁMENES ESCRITOS: 60 %

Se realizarán dos exámenes parciales correspondientes al temario de la asignatura. La calificación de estos exámenes contribuirá en un 60 % a la nota global. Los alumnos cuya media de los exámenes parciales sea igual o superior a 3 sobre 10 y que hayan obtenido una calificación igual o superior a 5 sobre 10 en la nota global (teniendo en cuenta la calificación del trabajo personal) no están obligados a presentarse al examen final.

El examen final de toda la asignatura contribuirá en un 60% a la nota final. Será necesario obtener una puntuación mínima de 4,0 puntos sobre 10,0 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura. Este último criterio se mantendrá para la convocatoria extraordinaria.

■ TRABAJO PERSONAL: 40 %

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno se realizará teniendo en cuenta los factores:



- Destreza del alumno en la resolución de los problemas y ejercicios propuestos, que se recogerán periódicamente en las clases presenciales. 15%
- Valoración del trabajo en las clases presenciales de problemas y en tutorías. 10 %
- Valoración del trabajo realizado en las prácticas de laboratorio (asistencia obligatoria). 15 %

■ **ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:**

Para poder acceder a la evaluación global de la asignatura, el estudiante debe haber participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula (teoría y seminarios y tutorías) y haber asistido a las clases de prácticas de laboratorio y visita a instalación industrial.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

El programa se desarrollará con el siguiente esquema (los temas están ordenados cronológicamente):

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS
1. INTRODUCCIÓN.	Clases Teoría	2	1
2. CATÁLISIS Y CATALIZADORES.	Clases Teoría	5	1
	Clases Seminarios	3	1
3. FUENTES MÓVILES.	Clases Teoría	4	1
	Clases Seminarios	2	1
	Tutoría programada	1	2
4. FUENTES FIJAS.	Clases de Teoría	4	1
	Clases Seminarios	1	1
	Laboratorio	4	2
5. ELIMINACION CATALITICA DE CONTAMINANTES EN FASE LIQUIDA.	Clases Teoría	5	1
	Clases Seminarios	3	1
	Laboratorio	3	2
6. CATÁLISIS Y PRODUCTOS QUÍMICOS.	Clases Teoría	4	1
	Clases Seminarios	2	1
	Laboratorio	3	2
7. CATÁLISIS Y ENERGÍA.	Clases Teoría	3	1
	Clases Seminarios	2	1
	Tutoría programada	1	2
	Clases Teoría	3	1
8. CATÁLISIS Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.	Clases Seminarios	2	1

Las clases de laboratorios y tutorías se harán en grupos reducidos



ADENDA PROVISIONAL A LA GUÍA DOCENTE

Adaptación de la asignatura a la docencia NO PRESENCIAL	
I. PROFESOR/ES RESPONSABLE/S	NO HAY MODIFICACIONES
IV. PROGRAMA	NO HAY MODIFICACIONES
V. COMPETENCIAS	La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.
VI. RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	Los Resultados del Aprendizaje quedan asegurados con las modificaciones que se recogen en esta adenda.



VII. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas	30	45	3
	Presenciales:	17		
	Virtuales:	13		
	Seminarios	15	22.5	1.5
	Presenciales:	6		
	Virtuales:	9		
	Tutorías / Trabajos dirigidos	2	3	0.1
	Presenciales:	1		
	Virtuales:	1		
	Prácticas de laboratorio	10	7.5	1
	NO HAY MODIFICACIONES			
BIBLIOGRAFÍA	NO HAY MODIFICACIONES			
VIII. METODOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> Las sesiones de teoría, seminarios y tutorías se realizarán mediante videoconferencia a través de la herramienta <i>Collaborate</i> disponible en el Campus Virtual (CV), utilizando presentaciones de PowerPoint que se pondrán previamente a disposición de los alumnos a través del CV (con las indicaciones sobre propiedad intelectual de todos los materiales que se notifican en el CV). Parte de estas sesiones serán grabadas y puestas a disposición de los alumnos a través del CV. El número de sesiones virtuales están calculadas para un periodo de clases on line desde el 30 de marzo al 28 de mayo. Si este periodo terminase antes por 			



	<p>indicaciones del Rectorado, parte las clases virtuales restantes podrían pasar a presenciales. Las clases virtuales de teoría, seminarios y tutoría se realizarán en el horario asignado al inicio de curso a las clases presenciales.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se habilitará el foro del Campus Virtual para la consulta de dudas en las que puedan participar todos estudiantes.• Se utilizará la aplicación Collaborate, en combinación con el foro habilitado en el CV para el desarrollo de las tutorías y seminarios.• Los estudiantes podrán entregar los trabajos propuestos por los profesores de la asignatura en las tutorías y seminarios a través del CV. Se habilitarán los enlaces para ello.
IX. BIBLIOGRAFÍA	NO HAY MODIFICACIONES
X. EVALUACIÓN	<p>NO HAY MODIFICACIONES</p> <p>Se suprimen los exámenes parciales. Se realizarán los exámenes final ordinario y extraordinario en las fechas que indique la Facultad. La calificación global conserva los porcentajes establecidos en la guía docente para notas de examen y trabajos.</p> <p>Se mantiene la intención de realizar el laboratorio presencialmente.</p>



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA (30 DE MARZO-29 DE MAYO) (SE CUENTAN LAS SEMANAS DESDE EL 30 DE MARZO, siendo la semana del 13 al 17 de abril la semana 2)

TEMA	ACTIVIDAD	HORA S	INICIO	FIN
5. ELIMINACION CATALITICA DE CONTAMINANTES EN FASE LIQUIDA.	Clases Teoría	3	Semana 1	Semana 2
	Clases Seminario	3	Semana 1	Semana 2
	Laboratorio	4	Semana 3	Semana 3
6. CATÁLISIS Y PRODUCTOS QUÍMICOS.	Clases Teoría	4	Semana 3	Semana 5
	Clases Seminario	2	Semana 3	Semana 4
	Laboratorio	4	Semana 3	Semana 3
7. CATÁLISIS Y ENERGÍA.	Clases Teoría	3	Semana 5	Semana 6
	Clases Seminario	2	Semana 5	Semana 6
	Tutoría Programada	1	Semana 4	Semana 4
8. CATÁLISIS Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.	Clases Teoría	3	Semana 7	Semana 8
	Clases Seminario	2	Semana 7	Semana 8



Horarios de los seminarios y las tutorías
(semanas del 30 de marzo al 29 de mayo)

No se modifican respecto a los de la programación original.

Grupo	Horario	Aula
Único	Lunes 16:30 – 17:30 Martes 15:30 – 16:30 Jueves 15:30 – 16:30	docencia online

El día de la tutoría de este cuatrimestre se mantendrá el 20 de abril, dentro del horario habilitado para tutorías (18:30-19:30), y en la semana 4. Se pondrá el correspondiente aviso en el Campus Virtual.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES (en horas)

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Seminarios	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	15	22.5	37.5	10%
Tutorías			No hay modificaciones		2	3	5	
Laboratorios	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	10	7.5	17.5	15%
Trabajo personal	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones		7	7	15%
Exámenes/ Controles	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	3		3	60%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación

El resumen de las actividades (en horas) NO se ha modificado.

Fecha realización: 7 de Abril de 2020

Nº de revisiones: 1

Fecha última revisión:13/04/2020