

Curso
2026/2027

Guía Docente:
**PREVENCIÓN Y CONTROL
INTEGRADO DE LA
CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL**



FACULTAD DE
CIENCIAS QUÍMICAS



1. IDENTIFICACIÓN

Titulación	Máster en Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos	Código	607314
Asignatura	Prevención y control integrado de la contaminación industrial	ECTS	6
Materia	Campos de aplicación de la Ingeniería Química		
Módulo	Ingeniería de Procesos y Productos		
Carácter	Optativa	Curso	Primero
		Semestre	Segundo
Departamento responsable	Ingeniería Química y de Materiales		

Profesores responsables

Actividad	Profesor	Email	Despacho
Tª/S/Tut.	MERCEDES OLIET PALÁ	moliet@ucm.es	QB544
Tª/S/Tut.	VIRGINIA ALONSO RUBIO	valonso@ucm.es	QB534
Tª/S/Tut.	JUAN CARLOS DOMÍNGUEZ TORIBIO	jucdomin@ucm.es	QB533
Tutorías	VICTORIA RIGUAL HERNÁNDEZ	vicrigua@ucm.es	QB533

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Proporcionar a los estudiantes los conocimientos y habilidades técnicas básicas para la realización de cualquier estudio de minimización y control de la contaminación de origen industrial. Se parte de los conocimientos previos de los alumnos sobre operaciones básicas de la industria de procesos e ingeniería ambiental. Ello se complementa con la descripción de los tipos y orígenes de la contaminación causada por las industrias en sus procesos productivos y con la explicación de una serie de herramientas y metodologías necesarias para diagnosticar y realizar estudios de prevención de la contaminación en su punto de origen.

Objetivos específicos

- Estudiar las herramientas y metodologías para la integración de la producción limpia y para el diagnóstico ambiental con el fin de abordar los problemas medioambientales particulares de cada proceso industrial.
- Conocer el entorno de la Directiva IPPC y las mejores técnicas disponibles de los distintos sectores industriales.
- Identificar el origen de los residuos generados (líquidos, sólidos y gaseosos) y los problemas ambientales asociados a cada proceso, así como las técnicas disponibles para su prevención y/o corrección.
- Localizar la información disponible sobre los procesos de producción propios de los principales sectores industriales e interpretar dicha información con vistas a la producción limpia y minimización de residuos.

3. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

Conocimientos Previos

Los propios del Grado en Ingeniería Química. Conocimientos de Ingeniería de Procesos y de Ingeniería Ambiental.

4. CONTENIDOS

Breve descripción de los contenidos

Principios de diseño de procesos limpios. Estrategias para reducir el impacto de la contaminación industrial. Herramientas metodológicas para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema. Entorno de la normativa IPPC. Prevención y control integrado de la contaminación industrial. Aplicación a distintos sectores industriales.

Programa

La asignatura introduce los principios de la química verde y de la ingeniería verde para la prevención y el control integrado de la contaminación.

Tema 1: Principios de diseño de procesos limpios.

Procesos industriales sostenibles. Ingeniería verde. Prevención de la contaminación. Producción más limpia. Estrategias para la minimización de residuos industriales. Programa Responsible Care. Herramientas informáticas de apoyo: Simulink, Waste Reduction Algorithm, Paris III, ChemSteer, ALOHA Software, EPISuite, Greenscope, Sustainpro, ENVOP, WebFire, Tanks.

Tema 2: Entorno de la Directiva IPPC.

Directiva IPPC. Ley 16/2002 sobre la Prevención y el Control Integrado de la Contaminación. Directiva DEI. Autorización Ambiental Integrada (AAI), Valores límites de emisión (VLEs) y Mejores Técnicas Disponibles (MTDs). Documentos BREF. Registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes (PRTR).

Tema 3: Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y Huella de carbono.

Herramientas metodológicas para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema. Metodología y aplicaciones (ISO 14040 y PAS 2050). Herramientas informáticas para realizar ACV y para la medición de la HC: OpenLCA.

Tema 4: Contaminación en la industria de pasta y papel.

Aspectos medioambientales. Emisiones, vertidos y residuos. Medidas de producción limpia. Documento de referencia de las MTDs.

Tema 5: Aplicación al Sector Industrial del cemento.

Información general. Aspectos medioambientales. Niveles actuales de emisiones y consumo de energía y materias primas. BREF revisado según DEI.

Tema 6: Industria del Vidrio.

Principales sustancias contaminantes en la industria del vidrio. Recomendaciones generales para el control de emisiones de sustancias contaminantes significativas al aire y al agua. Técnicas emergentes y sistemas de mejora.

Tema 7: Industria química inorgánica de gran volumen de producción.



Amoníaco, ácidos y fertilizantes. Producción y problemas medioambientales. Niveles de emisión asociados a las MTDs en la producción de NH₃, H₂SO₄, HNO₃, HF y NPK.

Tema 8: Industria química orgánica de gran volumen de producción.

Economía y logística del sector de Compuestos Orgánicos de Gran Volumen de Producción (LVOC). Orígenes genéricos de las emisiones atmosféricas, al agua y de residuos, y su posible composición. Técnicas y niveles de emisiones/consumos que se consideran MTD genéricas para el sector de LVOC en su conjunto.

Tema 9: Refino del petróleo.

Información general del sector. BREF revisado y Conclusiones MTDs del refino conforme a la DEI. Metodología para seleccionar las MTDs en refinerías.

Tema 10: Aplicación al Sector de fabricación de Polímeros.

Procesos generales en la producción de polímeros. MTDs genéricas y específicas (polietileno, poliestireno, policloruro de vinilo, poliamidas, fibras de viscosa, etc). Técnicas emergentes.

Tema 11: Grandes instalaciones de combustión.

MTDs en materia de almacenamiento y manejo de combustibles. Niveles de eficiencia térmica asociados con la aplicación de medidas de mejora en instalaciones de combustión. Reducción de emisiones de partículas en algunas instalaciones de combustión.

Tema 12: Sector de Alimentación.

Aplicación al sector de Alimentación. Problemas medioambientales más significativos de las instalaciones de este sector. Procesos y técnicas aplicados en el sector. Niveles actuales de consumo y emisión. Técnicas integradas y técnicas de fin de proceso

Tema 13: Casos prácticos.

Análisis de soluciones de minimización adoptadas en casos reales. Ejemplos de industrias que han adoptado medidas para la integración de una producción más limpia.

5. COMPETENCIAS

Generales

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.
CG4	Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología.
CG6	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
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

CE2	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.
CE3	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.
CE4	Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos o que tengan especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño.
CE5	Dirigir y supervisar todo tipo de instalaciones, procesos, sistemas y servicios de las diferentes áreas industriales relacionadas con la ingeniería química.
CE6	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.
CE8	Dirigir y gestionar la organización del trabajo y los recursos humanos aplicando criterios de seguridad industrial, gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales, sostenibilidad, y gestión medioambiental.
CE10	Adaptarse a los cambios estructurales de la sociedad motivados por factores o fenómenos de índole económico, energético o natural, para resolver los problemas derivados y aportar soluciones tecnológicas con un elevado compromiso de sostenibilidad.
CE11	Dirigir y realizar la verificación, el control de instalaciones, procesos y productos, así como certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

Transversales

CT1	Desarrollar el trabajo de forma autónoma.
CT2	Trabajar en equipo fomentando el desarrollo de habilidades en las relaciones humanas.
CT3	Desarrollar sensibilidad y responsabilidad sobre temas energéticos, medioambientales y éticos.
CT4	Demostrar razonamiento crítico y autocrítico en busca de la calidad y rigor científicos.
CT7	Gestionar información científica, bibliografía y bases de datos especializadas y otros recursos accesibles a través de Internet.
CT8	Integrar creativamente conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos multidisciplinares.
CT10	Utilizar herramientas y programas informáticos para el tratamiento y difusión de los resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica.



6. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	25	37,5	2,5
Seminarios	5	7,5	0,5
Tutorías y Trabajos dirigidos	4	21	1
Prácticas Aula informática	15	22,5	1,5
Preparación de trabajos y exámenes	3	9,5	0,5
Total	52	98	6

7. METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Los contenidos de la asignatura se presentan a los estudiantes mediante clases teóricas, seminarios, actividades prácticas en aula informática, tutorías programadas y trabajos dirigidos.

Las **clases teóricas** consistirán, de forma prioritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada el temario completo de la asignatura. En el desarrollo de las clases de teoría se utilizará material audiovisual para una óptima comprensión de cada tema. Los esquemas, tablas, figuras y cualquier otro tipo de material y/o información necesaria se pondrán a disposición de los alumnos en soporte papel o informático utilizando principalmente el espacio del Campus Virtual.

Los **seminarios** consistirán en el desarrollo detallado de un conjunto de casos prácticos en los que se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases de teoría.

Las **tutorías programadas y trabajos dirigidos** se desarrollarán en grupos reducidos. Se introducirá al estudiante en la búsqueda bibliográfica específica y en la evaluación y discusión de artículos técnicos de actualidad relacionados con la prevención y control de la contaminación. Asimismo se propondrá la realización de un trabajo dirigido en grupo, en el que se planteará el estudio de un tema actual relacionado con algún proceso de la industria química que será expuesto y defendido en una sesión de debate con el resto de grupos. Se fomentará la formulación de cuestiones y la discusión abierta sobre el tema presentado.

Se desarrollarán **actividades prácticas** programadas en aula informática. Se mostrarán herramientas y programas informáticos que servirán de apoyo a los aspectos tratados en las clases teóricas y seminarios: Simulink, Simapro, OpenLCA, webFIRE, WARGUI, IRIS, TANKS, Paris III, EPISuite, etc. Dependiendo de la coordinación del curso, se realizará alguna visita a una planta industrial.

Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y estudiantes y como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará 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.



8. BIBLIOGRAFÍA

Al principio de curso se comentará la bibliografía recomendada, indicando los aspectos más relevantes de cada texto y el grado de adecuación a la asignatura. No se va a seguir un libro de texto concreto para el desarrollo de la asignatura.

Básica

- Allen, D.T y Shonard, D.R. Green engineering: environmentally conscious design of chemical processes. Prentice-Hall, Inc., 2002.
- Claver Cortés, E; Molina Azorín, J.F.; Tarí Guilló J.J. Gestión de la Calidad y Gestión Medioambiental. Ediciones Pirámide, 2004.
- Doble, M y Kruthiventi, A.K. Green Chemistry and Proceses. Elsevier, 2007.
- Freeman, H.M. Manual de prevención de la contaminación industrial. Ed. McGraw-Hill, 1998.
- Murphy, R.M. Introducción a los procesos químicos. Principios, análisis y síntesis. Mc. Graw Hill, 2007.
- Rodríguez Jiménez, J.J. La ingeniería ambiental. Ed. Síntesis, 2002.
- De Rosa, T.F. Engineering Green Chemical Processes. McGraw Hill, 2015.
- Shahid-ul-Islam (Ed.). Integrating Green Chemistry and Sustainable Engineering. Publishers at Scrivener, Wiley, 2019.
- Kulkarni, S; Rawat, N.K. Haghi, A.K. Green Chemistry and Green Engineering. Processing, Technologies, Properties, and Applications. Apple Academic CRC press, 2022.

Complementaria

- Ruiz Amador, D y Zúñiga López, I. Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. UNED, 2012.
- Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. IHOBE, 2009.
- Documentos de referencia (BREF) de los distintos sectores estudiados.
- Guía de Buenas Prácticas Ambientales y Energéticas en las empresas. Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, 2008.
- Industrial Waste Treatment Handbook. Woodard&Curran, Inc. Elsevier, 2006.
- Manual para la gestión de vertidos. Ministerio de Medio Ambiente. 2007.
- Manual de minimización de residuos y emisiones. Fundación Cerdá, 1992.

Además de los textos recomendados en esta guía, puntualmente, se podrá indicar a los estudiantes bibliografía específica para cada tema.



9. EVALUACIÓN

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

❖ EXÁMENES ESCRITOS: 50%

Se realizarán dos ejercicios escritos (exámenes parciales), que en conjunto supondrán el 50% de la calificación final. Cada uno incluirá tanto cuestiones teóricas como prácticas relacionadas con los contenidos impartidos en las clases de teoría. Asimismo, se realizarán exámenes finales en las convocatorias de Junio y Julio.

Los estudiantes que superen los dos exámenes parciales, con una nota de al menos 4 sobre 10 en cada uno de ellos y que la nota media sea al menos de 5 sobre 10, no estarán obligados a presentarse al examen final escrito.

Con los ejercicios escritos se valorarán las competencias generales CG-2, CG-4, CG-6, y CG-10, las competencias específicas CE-2, CE-3, CE-4, CE-6, CE-8 y CE-10, y las competencias transversales CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.

❖ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS (TRABAJOS): 30%

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno y de las actividades dirigidas se hará teniendo en cuenta:

- La destreza del alumno en la resolución de los ejercicios propuestos, que se recogerán periódicamente en los seminarios (10%).
- Se evaluará la realización de un trabajo en grupo reducido, cuya dirección y seguimiento se hará en las tutorías, de asistencia obligatoria, y a las cuales serán citados los alumnos periódicamente a lo largo del cuatrimestre (20%).

La evaluación de estos aspectos permitirá conocer el grado de consecución de las competencias generales CG-2, CG-4, CG-6, CG-10 y CG-11, de las competencias específicas CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-8 y CE-11, y de las competencias transversales CT-1, CT-2, CT-3, CT-4, CT-7, CT-8, y CT-10.

❖ ACTIVIDADES PRÁCTICAS: 20%

La participación en las actividades prácticas será evaluada mediante ejercicios de aplicación directa de las herramientas informáticas utilizadas y explicadas en estas sesiones. Esta actividad reforzará los conocimientos adquiridos por el alumno, tanto en las clases presenciales de teoría y seminarios, como en las restantes actividades del curso, lo que redundará en el afianzamiento de todas las competencias generales, específicas y transversales.

❖ ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:

Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales. La participación activa del alumno en todas las actividades docentes se valorará positivamente en la calificación final; podrá penalizarse la falta de asistencia reiterada a las clases (hasta 10%).

La calificación final resultará de la media ponderada de las actividades evaluables. No obstante, para superar la asignatura será necesario alcanzar la nota mínima establecida en los exámenes escritos (nota media al menos de 5 sobre 10). En caso de no cumplirse este requisito, la calificación final será la media ponderada obtenida, con un máximo de 4,5 sobre 10.



Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de esta u otras asignaturas.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de diez días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.

PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. Principios de diseños limpios	Teoría	1	1	1ª semana	1ª semana
2. Entorno de la Directiva IPPC	Teoría	2	1	1ª semana	1ª semana
3. Análisis del Ciclo de Vida y Huella de carbono	Teoría	2	1	2ª semana	2ª semana
4. Contaminación en la industrial de pasta y papel	Teoría	2	1	3ª semana	3ª semana
5. Aplicación al sector industrial del cemento	Teoría	2	1	4ª semana	4ª semana
6. Industria del vidrio	Teoría	2	1	5ª semana	7ª semana
7. Industria química inorgánica de gran volumen de producción	Teoría	2	1	8ª semana	8ª semana
8. Industria química orgánica de gran volumen de producción	Teoría	3	1	9ª semana	10ª semana
9. Refino del petróleo	Teoría	2	1	10ª semana	11ª semana
10. Aplicación al sector de fabricación de polímeros	Teoría	3	1	11ª semana	13ª semana
11. Grandes instalaciones de Combustión	Teoría	2	1	14ª semana	15ª semana
12. Sector de alimentación	Teoría	2	1	15ª semana	15ª semana
13. Casos prácticos	Seminarios	5	1	4ª semana	15ª semana
TUTORÍAS					
Tutorías	Tutoría 1	1	4	2ª semana	2ª semana
	Tutoría 2	1	4	6ª semana	6ª semana
	Tutoría 3	1	4	10ª semana	10ª semana
	Tutoría 4	1	4	13ª semana	13ª semana
Actividades Prácticas	Sesiones prácticas en aula informática	15	2	Semanas 4-5-8	Semanas 14-15

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

ACTIVIDAD DOCENTE	COMPETENCIAS ASOCIADAS	ACTIVIDAD PROFESOR	ACTIVIDAD ESTUDIANTE	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	P	NP	TOTAL	C
Clases de teoría	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10, CE-2, CE-3, CE-4, CE-6, CE-8 y CE-10, CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.	Exposición de conceptos teóricos.	Atención y participación activa en el desarrollo de la clase.	Exámenes escritos.	25	37,5	62,5	70%
Seminarios	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10, CE-2, CE-3, CE-4, CE-6, CE-8 y CE-10, CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.	Ampliación de los conceptos teóricos y resolución de casos prácticos.	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	Exámenes escritos.	5	7,5	12,5	
Tutorías y Trabajos dirigidos	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10 y CG-11, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-8, CE-11, CT-1, CT-2, CT-3, CT-4, CT-7, CT-8, CT-10	Propuesta de trabajos. Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno.	Elaboración y presentación del trabajo dirigido.	Valoración de la participación activa y del trabajo realizado por el grupo.	4	15	19	20%
Actividades Prácticas	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10, CE-2, CE-3, CE-4, CE-6, CE-8 y CE-10, CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.	Explicación de la actividad. Dirección y supervisión de las actividades del alumno.	Atención y desarrollo de las actividades propuestas.	Calificación del cuestionario	15	20	35	10%
Exámenes	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10, CE-2, CE-3, CE-4, CE-6, CE-8 y CE-10, CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.	Elaboración, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno	Preparación y realización del examen.	Calificación del examen.	3	10	13	

P: Actividades presenciales

NP: Actividades no presenciales (trabajo autónomo)

C: Calificación