

Guía docente de la asignatura

## Tratamiento de Residuos Sólidos y Gaseosos (22011A3)



Fecha de aprobación: 25/06/2024

<b>Grado</b>	Grado en Ingeniería Química	<b>Rama</b>	Ingeniería y Arquitectura				
<b>Módulo</b>	Módulo: Complementos de Formación	<b>Materia</b>	Tratamiento de Residuos Sólidos y Gaseosos				
<b>Curso</b>	4º	<b>Semestre</b>	2º	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Optativa

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

- Tener cursada la asignatura obligatoria del Grado en Ingeniería Química "Ingeniería Ambiental".
- Se recomienda cursar simultáneamente la asignatura optativa "Biocombustibles y Energías Alternativas".

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Naturaleza de los residuos sólidos. Clasificación según origen. Problemática y gestión de residuos. Tratamiento de residuos. Residuos sólidos urbanos. Técnicas de digestión aerobia. Compostaje. Incineración. Vertederos. Tratamiento de lixiviados. Residuos agrícolas y forestales. Tratamientos de hidrólisis química y enzimática. Técnicas de fermentación y obtención de alcohol anhidro. Gasificación. Pirólisis. Combustión directa. Residuos ganaderos y residuos industriales. Efluentes gaseosos. Normativa. Tratamiento de los efluentes gaseosos. Gestión integral de residuos y efluentes gaseosos.

### COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

#### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Poseer y comprender los conocimientos fundamentales en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG02 - Saber aplicar los conocimientos de Ingeniería Química al mundo profesional, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico.
- CG03 - Adquirir la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Ingeniería Química, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas.



- CG04 - Saber transmitir de forma oral y escrita información, ideas, problemas y soluciones relacionados con la Ingeniería Química, a un público tanto especializado como no especializado.
- CG05 - Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía.
- CG06 - Capacidad de organizar y planificar
- CG07 - Capacidad de gestión de la información
- CG08 - Trabajo en equipo
- CG09 - Compromiso ético
- CG10 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- CG13 - Sensibilidad hacia temas medioambientales

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE12 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Ser consciente de la problemática de los residuos y de su impacto sobre la salud humana, el medio ambiente y los recursos naturales.
- Identificar la mejor técnica disponible para el tratamiento de un residuo.
- Diseñar un proceso de aprovechamiento y valorización de un residuo.
- Diseñar chimeneas y calcular la sobreelevación del penacho de humos.
- Ser capaz de diseñar los métodos de depuración extrínsecos e intrínsecos para contaminantes gaseosos.
- Conocer la normativa aplicable en materia de residuos industriales y efluentes gaseosos.

### PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

#### TEÓRICO

##### Bloque temático I: Tratamiento de residuos sólidos

- Introducción
  - Tema 1: Problemática de los residuos. Definición de residuo. Residuos peligrosos y no peligrosos. Códigos de identificación de residuos. Jerarquía en la gestión de residuos. Normativa aplicable.
  - Tema 2: Residuos sólidos urbanos. Recogida, transferencia y transporte de residuos sólidos urbanos. Centros de transferencia. Plantas de clasificación de residuos para la recuperación de materiales.
  - Tema 3: Residuos agrícolas y forestales. Residuos ganaderos. Residuos industriales. Residuos mineros. Residuos sanitarios. Residuos de la construcción y demolición. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Vehículos al final de su vida útil. Composición, propiedades e impacto ambiental. Tecnologías específicas de tratamiento.
- Tecnologías de conversión termoquímica
  - Tema 4: Incineración/combustión de residuos sólidos. Equipos de combustión de residuos sólidos. Formación de contaminantes en las reacciones de combustión: Dioxinas y furanos.



- Tema 5: Gasificación de residuos sólidos. Principios termoquímicos de la gasificación. Equipos de gasificación de residuos sólidos.
- Tema 6: Pirólisis de residuos sólidos. Principios termoquímicos de la pirólisis. Equipos de pirólisis de residuos sólidos.
- Tecnologías de conversión biológica
  - Tema 7: Valorización de la fracción orgánica de los residuos no peligrosos. Principales rutas aerobias y anaerobias en la degradación biológica de la materia orgánica. Compostaje. Principales parámetros de control. Sistemas de compostaje.
  - Tema 8: Valorización de la fracción orgánica de los residuos no peligrosos. Digestión anaerobia. Microbiología del proceso. Principales parámetros de operación y control. Reactores para la digestión anaerobia. Acondicionamiento de los residuos. Aprovechamiento del biogás. Tratamiento del digestato.
- Vertido y almacenamiento de residuos sólidos.
  - Tema 9: Vertido y almacenamiento de residuos sólidos. Tipos de vertederos. Metabolismo y productos de vertedero. Gases de vertedero y su valorización. Tratamiento de los lixiviados.

### Bloque temático II: Tratamientos de efluentes gaseosos

- Conceptos fundamentales sobre contaminación atmosférica
  - Tema 10: Introducción a la contaminación del aire. Vigilancia de la calidad atmosférica. Métodos de depuración.
- Tecnologías para el control de la contaminación atmosférica
  - Tema 11: Diseño de chimeneas, sobreelevación de penachos, altura efectiva y modelos de dispersión de contaminantes.
  - Tema 12: Equipos de control de partículas: Cámaras de sedimentación. Separadores ciclónicos. Precipitadores electrostáticos. Scrubbers.
  - Tema 13: Equipos de control de gases y vapores (óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles): Adsorción, absorción. procesos de oxidación, condensación, tratamientos biológicos.

## PRÁCTICO

### Seminarios/Talleres

- Seminario 1: Lista Europea de Residuos (LER).
- Seminario 2: Coste del punto verde.
- Seminario 3: Residuos textiles.

### Prácticas de campo / Visitas a instalaciones

- Visita a la Planta de Tratamiento Mecánico-Biológico de Residuos Domésticos, Ecocentral Granada.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

#### Residuos sólidos

- Aspectos generales de la problemática de los residuos sólidos urbanos. Sbarato, Daría. Córdoba: Editorial Brujas, 2009. Disponible en línea: <https://elibro.net/es/lc/ugr/titulos/76574>
- Aprovechamiento energético de residuos sólidos. Colomer Mendoza, Francisco José, Gallardo Izquierdo, Antonio, Campos Rodríguez, Roel, Arias Aguilar, Dagoberto. Castelló de la Plana: Universidad Jaume I, 2019.



- Biometanización en plantas industriales avanzadas: generación de energía a partir de residuos sólidos urbanos. Barberá Martínez, Luis. Madrid: Bellisco, 2011.
- Compostaje. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2008. Disponible en línea: <https://elibro.net/es/lc/ugr/titulos/55240/>
- Contaminación e ingeniería ambiental. Bueno de las Heras, Julio Luis, Lavín, Antonio G., presidente., Sastre, Herminio, presidente. Oviedo: Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología, 1997.
- Cuestiones prácticas de la gestión de residuos. Zamorano Toro, Montserrat. Granada: Godel Impresiones Digitales, 2015.
- Fundamentos del manejo de los residuos urbanos. Hontoria García, Ernesto, Zamorano Toro, Montserrat. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, 2000.
- Gestión de residuos urbanos. Pecoraio, Simona. Murcia: Cano Pina, 2015. Disponible en línea: <https://elibro.net/es/lc/ugr/titulos/44025>
- Gestión de residuos tóxicos: tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. Lagrega, Michael D., Garrido Lestache Valenciano, Belén, traductor., Evans, Jeffrey C., autor., Buckingham, Phillip L., autor. Madrid etc.: McGraw-Hill, 1998.
- Gestión integral de residuos sólidos. Tchobanoglous, George, Theisen, Hilary, autor., Vigil, Samuel, autor., Tejero Monzón, Juan Ignacio, traductor. Madrid etc.: McGraw-Hill, 1998.
- Gestión sostenible de los residuos peligrosos. Rodríguez Jiménez, Juan José, coordinador., Irabien Gulías, Ángel, coordinador. Madrid: Síntesis, 2013.
- Gestión y minimización de residuos. Ferrando Sánchez, Miguel, Granero Castro, Javier, autor. Madrid: Fundación Confemetal, 2011.
- [Handbook of Solid Waste Management Sustainability through Circular Economy](https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-981-16-4230-2). 1st ed. 2022. Singapore : Springer Nature Singapore: Imprint: Springer, 2022. Disponible en línea. <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-981-16-4230-2>
- Los residuos peligrosos: caracterización, tratamiento y gestión. Rodríguez Jiménez, Juan José., editor. lit., Aguado Alonso, José, autor., Irabien Gulías, Angel, editor. lit. Madrid: Síntesis, 1999.
- Los residuos sólidos. Lucena Bonny, Antonio. Madrid: Acento, 1998.
- Manual de diseño y construcción de vertederos de residuos sólidos urbanos. Vaquero Díaz, Iván. Madrid: C. López Jimeno, 2004.
- Manual McGraw-Hill de reciclaje. Lund, Herbert F., e-libro, Corp., Tejero Monzon, Juan Ignacio, trad. Madrid etc.: McGraw-Hill, D.L. 1996.
- Maquinaria para gestión integral de residuos sólidos urbanos: fundamentos y aplicaciones. Segura Cobo, José Carlos. Madrid: Bellisco, 2011.
- Reciclaje de residuos industriales: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Elias Castells, Xavier, editor. Madrid: Díaz de Santos, 2012.
- Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Soto Castiñeira, Manuel, Vega, Alberto de. A Coruña: Universidad de La Coruña, 2001.
- Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Colomer Mendoza, Francisco José, Gallardo Izquierdo, Antonio, autor. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2007.
- Tratamiento y valorización energética de residuos. Elías Castells, Xavier. Madrid: Díaz de Santos, 2012.

### Efluentes gaseosos

- Air pollution control equipment calculations. Theodore, Louis. Hoboken, N.J.: John Wiley&Sons, 2008. Disponible en línea. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/ugr/detail.action?pq-origsite=primo&docID=406448>
- Air pollution control technology handbook. Schnelle, Karl B., Brown, Charles Arnold, 1951-. Boca Raton : CRC Press, 2002. Disponible en línea. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420036435/air-pollution-control-technology-handbook-karl-schnelle-jr-charles-brown>
- Air pollution. Colls, Jeremy. London; New York: Spon Press, 2002. Disponible en línea. <https://web.p.ebscohost.com/ehost/command/detail?vid=0&sid=3fde1e8f-5c77-4401-910d>



-e37a6b14090c%40redis&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#jid=13MH&db=eih

- Contaminación atmosférica. e-libro, Corp., Gallego Pico, Alejandrina. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2012. Disponible en línea. [https://granate.nsis.ugr.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991014238879104990&context=L&vid=34CBUA\\_UGR:VU1&lang=es&search\\_scope=MyInstitution&adaptor=Local%20Search%20Engine](https://granate.nsis.ugr.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991014238879104990&context=L&vid=34CBUA_UGR:VU1&lang=es&search_scope=MyInstitution&adaptor=Local%20Search%20Engine)
- Contaminación atmosférica: el caso andaluz. Martín Vivaldi Martínez, Juan Antonio, coordinador., Chiroso Ríos, Manuel, coordinador. Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, 1994.
- Contaminación del aire: origen y control. Wark, Kenneth, Warner, Cecil F., autor. México, etc.: Limusa, 2000.
- Dispersión de contaminantes en la atmósfera. Espert Alemany, Vicent, López Jiménez, P. Amparo, autor. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2000.
- Handbook of air pollution prevention and control. Cheremisinoff, Nicholas P. Amsterdam; Boston: Butterworth-Heinemann, c2002. Disponible en línea. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420036435/air-pollution-control-technology-handbook-karl-schnelle-jr-charles-brown>
- Industrial Air Pollution Assessment and Control. NATO Advanced Study Institute on Industrial Air Pollution: Assessment and Control (1991: Akbük, Aydin İli, Turkey), Müezzinoğlu, Aysen. editor., Bach, Martin F. editor. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg : Imprint: Springer, 1992. Disponible en línea. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-76051-8>
- Ingeniería de control de la contaminación del aire. Nevers, Noel de., Pérez Castellanos, José Hernán, traductor. México D.F. : McGraw-Hill Interamericana, 1998.
- La contaminación atmosférica. Sanz Sa, J. M. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1991.
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo: Manual de cálculo de altura de chimeneas industriales, Ed. Centro de Publicaciones del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Madrid, 1992.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Bases de datos del INE, CIEMAT, IDEA, EEA y otros Ministerios y Consejerías de la Junta de Andalucía.
- EPA, 1982. U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, "Control Techniques for Particulate Emissions from Stationary Sources - Volume 1," EPA-450/3-81-005a, Research Triangle Park, NC, September, 1982.
- EPA, 1996. U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, "OAQPS Control Cost Manual," Fifth Edition, EPA 453/B-96-001, Research Triangle Park, NC, February, 1996.
- EPA, 1998. U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, "Stationary Source Control Techniques Document for Fine Particulate Matter," EPA-452/R-97-001, Research Triangle Park, NC, October, 1998.
- Ingeniería química. Coulson, J. M., Richardson, J. F. (John Francis), autor. Barcelona etc.: Reverté, 1988.
- Páginas de distintas empresas del sector del aprovechamiento de residuos.
- Perry manual del ingeniero químico. Perry, Robert H., director, Maloney, James O., director, Green, Don W., director. Madrid: McGraw-Hill, 2001. Disponible en línea.
- Revista FUTURENVIRO

## ENLACES RECOMENDADOS



- [Ambientum](#). Página de internet en la que se hay una recopilación de temas medioambientales, con un apartado específico de residuos.
- Organizaciones y asociaciones y sistemas de gestión españolas.
  - [Ecoembes](#)
  - [Ecovidrio](#)
  - [Sigre](#)
  - [Sigaus](#)
  - [Ecolec](#)
  - [Instituto Nacional de Estadística-Residuos](#)
  - [Red Española de Compostaje](#)
  - [Fundación para la Economía Circular](#)
  - [Asociación Técnica para la Gestión de Residuos, Aseo Urbano y Medio Ambiente](#)
  - [Asociación Empresarial Valorización R.S.U \(AEVERSU\)](#)
  - [Asociación de Empresas Gestoras de Residuos y Recursos Especiales](#)
  - [Asociación Nacional de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón](#)
  - [Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón](#)
  - [Asociación Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio](#)
  - [Federación Española de Transformadores y Manipuladores de Plásticos](#)
  - [Asociación Española de Industriales de Plástico](#)
  - [Instituto Tecnológico del Plástico](#)
  - [Entidad para el Reciclado de los Residuos Plásticos en España](#)
  - [Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal](#)
  - [Asociación Española de Recogedores de Pilas, Acumuladores y Móviles](#)
  - [Composta en Red](#)
  - [Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje \(FER\)](#)
  - [Asociación Española de Recuperadores de Economía Social y Solidaria](#)
- Organismos y asociaciones europeas:
  - [European Commission, Environment. Waste](#)
  - [Eurostat. European Commission](#)
  - [ACR+. Asociación de ciudades y regiones para el reciclaje y la gestión sostenible de los recursos](#)
  - [European Compost Network](#)
  - [ISWA International solid waste association](#)
  - [European Federation of Waste Management and Environmental Services](#)
  - [Europe's Recycling Marketplace](#)
  - [Confederación Europea de las Industrias de Papel](#)
  - [Asociación de Productores Europeos de Aceros para Envases](#)
- Gobiernos Central y Autonómico:
  - [Ministerio para la Transición Ecológica](#)
  - [Programa Estatal de Prevención de Residuos \(2014-2020\)](#)
  - [Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos \(PEMAR\) 2016-2022](#)
  - [Comunidad Autónoma de Andalucía](#)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD02 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos o visitas a industrias
- MD05 - Realización de trabajos o informes de prácticas

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)



## EVALUACIÓN ORDINARIA

### Evaluación del examen final (60%)

El examen final supondrá el 60% de la nota total. El examen constará de dos partes diferenciadas, una relativa al Bloque Temático I (40% nota final) y otra relativa al Bloque Temático II (20% nota final) y ambas consistirán en la resolución de problemas numéricos y cuestiones teóricas de respuesta corta. Se establecerá una nota mínima de 3,5 en cada bloque para aprobar la asignatura. Se pretende evaluar, mediante este examen escrito, la adquisición por parte del alumno de la competencia específica marcada para la asignatura (CE12).

### Evaluación del trabajo en grupo (20%)

Los estudiantes realizarán un trabajo sobre “Tecnologías de tratamiento de residuos específicos” en grupos de máximo 3 personas.

Se aplicará, en este caso, la evaluación entre iguales con objeto de proporcionar al alumnado otras capacidades importantes para su futuro profesional como es someter el trabajo a la crítica de otros, soportando –y aprendiendo de – sus juicios y, a la vez, tener responsabilidad sobre el trabajo de otros, debiendo juzgar su calidad.

### Evaluación de las visitas guiadas a instalaciones industriales (10%)

La asistencia a la visita programada y la realización correcta del informe de la misma supone el 10% de la calificación final de la asignatura.

### Evaluación de la asistencia y participación activa en clase (10%)

La asistencia y participación activa en las actividades de clase supondrá el 10% de la calificación final de la asignatura en esta convocatoria.

## EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- Consistirá en un examen escrito de tipo teórico-práctico en el que se evaluarán todos los contenidos desarrollados en la asignatura y que estará dividido en dos partes, la primera parte relativa al Bloque Temático I (66.7 % nota final) y la segunda parte relativa al Bloque Temático II (33.3 % nota final). Representará el 100% de la calificación. Ambas partes serán evaluadas de 0 a 10 e incluirán preguntas tanto de tipo teórico como práctico que garanticen que el alumno ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en la presente guía docente. Se establecerá una nota mínima de 3,5 en cada parte para aprobar la asignatura.

Nota: Los estudiantes que lo soliciten y hayan realizado la evaluación continua de la asignatura podrán conservar las calificaciones de los trabajos en grupo (20%), la evaluación de las visitas guiadas a instalaciones industriales (10%) y la evaluación de la asistencia y participación activa en clase (10%). De esta forma, para estos estudiantes el examen supondrá el 60% de la calificación final de la asignatura.

## EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

La presente información tiene por objeto la regulación del sistema de evaluación única final tanto en la convocatoria ordinaria como extraordinaria.

- Evaluación única final se realizará en un solo acto académico el día de la convocatoria oficial de examen para la asignatura. Se realizará este tipo de evaluación a aquellos estudiantes a los que se les haya concedido, según la [normativa de evaluación y calificación de los estudiantes de la UGR](#) aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013 y modificada por los Acuerdos del Consejo de Gobierno en sesiones de 3 de febrero de 2014, de 23 de junio de 2014 y de 26 de octubre de 2016.
- Esta evaluación única final constará de una única prueba que consistirá en un examen escrito de tipo teórico-práctico y que estará dividido en dos partes, la primera parte



relativa al Bloque Temático I (66.7 % nota final) y la segunda parte relativa al Bloque Temático II (33.3 % nota final). Se establecerá una nota mínima de 3,5 en cada parte para aprobar la asignatura.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

- La asistencia y participación activa a las clases teóricas y prácticas es de crucial importancia para la adquisición de los conocimientos y competencias de esta asignatura por lo que se recomienda un seguimiento activo de dichas clases.
- Aunque la asistencia a las clases teóricas no será obligatoria, la participación activa en clase y en los seminarios se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.
- Los horarios de clases teóricas y prácticas y las fechas de exámenes ordinarios y extraordinarios son publicados antes del inicio del curso académico en la web oficial de la [Facultad de Ciencias](#).

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos \(https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad\)](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

