

## 25219 - Contaminación atmosférica

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 25219 - Atmospheric pollution

**Centro académico:** 201 - Escuela Politécnica Superior

**Titulación:** 571 - Graduado en Ciencias Ambientales

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 2

**Periodo de impartición:** Segundo cuatrimestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

- Aportar conocimientos sobre los principales contaminantes atmosféricos, sus fuentes y los factores que condicionan su evolución en la atmósfera.
- Dar a conocer los distintos fenómenos de contaminación atmosférica: smog fotoquímico, lluvia ácida, calentamiento global, agujero de la capa de ozono, contaminación lumínica, contaminación acústica, etc.
- Formar en el ámbito de la evaluación y gestión de la calidad del aire y el análisis de los contaminantes.
- Familiarizar al estudiante con el cálculo y la predicción del impacto de algunas fuentes (modelos de dispersión).
- Reconocer técnicas disponibles para la reducción de emisiones a la atmósfera.
- Exponer las principales directrices y normativa sobre temas relacionados con la contaminación atmosférica: calidad del aire, emisiones, contaminación acústica y lumínica, etc.
- Sensibilizar sobre el impacto negativo de los contaminantes atmosféricos, la necesidad de protección de la calidad del aire y la realización de buenas prácticas medioambientales a nivel individual y colectivo.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 y determinadas metas concretas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), contribuyendo en cierta medida a su logro:

<b>Objetivo 3:</b> Garantizar una <b>vida sana</b> y promover el bienestar para todos en todas las edades.
--

Meta 3.9
----------

Para 2030, <b>reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas</b>
--

por productos químicos peligrosos y la **contaminación del aire**, el agua y el suelo.

#### **Objetivo 4: Educación de calidad**

Meta 4.7 *De aquí a 2030, asegurar que todo el alumnado adquiriera los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para **promover el desarrollo sostenible**, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.*

**Objetivo 9:** Construir infraestructuras resilientes, promover la **industrialización sostenible** y fomentar la innovación.

Meta 9.4 *De aquí a 2030, **modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias** para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y **promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales**, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.*

**Objetivo 11:** Lograr que las **ciudades** y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y **sostenibles**.

Meta 11.6 *De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per capita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la **calidad del aire** y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.*

**Objetivo 13:** Adoptar medidas urgentes para combatir el **cambio climático** y sus efectos.

Meta 13.3 *Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la **mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos** y la alerta temprana.*

## **1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Desde esta asignatura se pretende proporcionar al alumnado una visión general de la compleja problemática de la contaminación atmosférica. Como se indica en el apartado de "Recomendaciones para cursar la asignatura", ésta se sirve de lo aprendido en "Bases químicas del medio ambiente", "Bases físicas del medio ambiente", "Fundamentos matemáticos para el estudio del medio ambiente" de primer curso y "Meteorología y climatología" de segundo curso. Así mismo, se establece cierta servidumbre de algunas asignaturas, tales como, "Administración y Legislación Ambiental" (1<sup>er</sup> curso) y "Toxicología Ambiental y Salud Pública" (3<sup>o</sup> curso), entre otras. Además, "Contaminación atmosférica" es complementaria a la de "Degradación y contaminación de suelos" y "Contaminación de aguas", que se imparten en segundo y tercer curso respectivamente, dentro del módulo de evaluación ambiental. Asimismo, existe cierta complementariedad con "Análisis químico en el medio ambiente", asignatura de 2<sup>o</sup> curso, del módulo de conocimientos instrumentales. La superación de esta disciplina capacitará a los alumnos para un mejor seguimiento de asignaturas del módulo de gestión y planificación ambiental, tales como "Ordenación del territorio y urbanismo" y "Sistemas de gestión y auditorías ambientales" (tercer y cuarto curso), o asignaturas posteriores del propio módulo de evaluación ambiental, como "Riesgos naturales" y "Evaluación de impacto ambiental" (tercer y cuarto curso). Finalmente, puede contribuir en mayor o menor grado en la realización de las "Prácticas externas" y del "Trabajo fin de grado".

## **1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura**

Haber cursado ?Bases químicas del medio ambiente?, ?Bases físicas del medio ambiente?,

?Fundamentos matemáticos para el estudio del medio ambiente? de primer curso y "Meteorología y climatología" de segundo curso.

Por otro lado, es recomendable un seguimiento continuo de la asignatura durante el semestre en el que se desarrolla la misma.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:**

#### Competencias básicas:

**CB1.** Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en el área de las ciencias ambientales que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

**CB2.** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

**CB3.** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de las ciencias ambientales) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**CB4.** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

#### Competencias específicas:

**CE2.** Capacidad de análisis multidisciplinar de los indicadores y evidencias de un problema o situación ambiental, con capacidad de interpretación cualitativa y cuantitativa de datos procedentes de especialidades diversas, capacidad de relación del análisis con los modelos teóricos y conciencia de las dimensiones temporales y espaciales de los procesos ambientales implicados.

**CE6.** Capacidad para establecer prospectivamente un escenario de evolución futura de la situación actual diagnosticada y proponer las medidas correctivas pertinentes.

**CE7.** Capacidad de elaboración y presentación de los informes correspondientes al diagnóstico realizado.

**CE9.** Dominio de criterios, normativas, procedimientos y técnicas de los sistemas de gestión medioambiental y de calidad. Esto incluye la capacidad de identificación y valoración de los costes ambientales; gestión de los sistemas de abastecimiento y tratamiento hídricos; optimización

energética con utilización de tecnologías limpias y renovables; gestión de la calidad del aire y depuración de emisiones atmosféricas; la gestión integrada de salud, higiene y prevención de riesgos laborales.

-

### Competencias genéricas:

**CG2.** Comunicación y argumentación, oral y escrita, de posiciones y conclusiones, a públicos especializados o de divulgación e información a públicos no especializados.

**CG3.** Capacidad de resolución de los problemas, genéricos o característicos del área mediante la interpretación y análisis de los datos y evidencias relevantes, la emisión de evaluaciones, juicios, reflexiones y diagnósticos pertinentes, con la consideración apropiada de los aspectos científicos, éticos o sociales.

**CG5.** Capacidad de razonamiento crítico (análisis, síntesis y evaluación).

**CG6.** Capacidad de aplicación de los conocimientos teóricos al análisis de situaciones.

**CG8.** Capacidad de organización y planificación autónoma del trabajo y de gestión de la información.

**CG9.** Capacidad de trabajo en equipo, en particular equipos de naturaleza interdisciplinar e internacional característicos del trabajo en este campo.

## **2.2. Resultados de aprendizaje**

**El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados:**

1. Reconocer las principales **actividades contaminantes** de la atmósfera.
2. Identificar los principales **contaminantes atmosféricos** (naturales y antropogénicos).
3. Describir el **comportamiento** y **evolución** de los principales **contaminantes atmosféricos** en el medioambiente.
4. Explicar los **efectos medioambientales** derivados de la presencia de ciertos contaminantes atmosféricos.
5. Explicar el papel del **ozono estratosférico**:  
**ciclos fotoquímicos** implicados en su formación y destrucción  
polución implicada, evolución y consecuencias del **agujero de la capa de ozono**
6. Explicar el fenómeno del **calentamiento global**: gases de efecto invernadero, forzamientos radiativos, etc.
7. Explicar el papel de los contaminantes causantes de la **lluvia ácida**: su generación química y consecuencias.
8. Explicar la problemática derivada de la actividad humana en **zonas de gran densidad demográfica** e indicar **buenas prácticas medioambientales** conducentes a una reducción de este tipo de contaminación más local:

**smog fotoquímico**

**ozono superficial (troposférico)**

**sustancias nocivas para la salud**

**contaminaciones lumínica y acústica**

9. Formarse en el ámbito de la **evaluación y gestión de la calidad del aire**.
10. Identificar y describir diferentes **métodos de análisis** de la contaminación atmosférica: medidas en inmisión (espacios confinados y abiertos) y en emisión.
11. Evaluar **las condiciones de riesgo para la salud** según las recomendaciones, directrices y legislación específica, establecidas por organismos oficiales competentes (nacionales o internacionales).
12. Identificar **medios para el control** de la contaminación atmosférica.
13. Manejar mediante trabajo de tipo **práctico en laboratorio** técnicas y equipos actuales utilizados para la **evaluación de la calidad** de una atmósfera en concreto.
14. Evaluar y predecir la **dispersión de contaminantes en la atmósfera** en distintas situaciones del foco emisor y teniendo en cuenta la meteorología local.
15. Manejar **software especializado** en **modelos de dispersión y difusión** de contaminantes en la atmósfera.
16. Resolver **problemas y casos** tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, relacionados con la contaminación atmosférica.
17. Buscar y gestionar **fuentes bibliográficas**, evaluando la calidad y el rigor científico-técnico de las mismas.
18. **Trabajar en grupo** de manera coordinada y autónoma sobre una temática relacionada con un aspecto determinado de la contaminación atmosférica.
19. **Exponer de manera clara y rigurosa** los aspectos fundamentales del trabajo.
20. **Familiarizarse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible** propuestos por Naciones Unidas en la Agenda 2030, a la vez que identifica relaciones existentes con los aspectos tratados en la asignatura.

Resultados de aprendizaje	ODS	Meta asociada a ODS
1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 7 - 8 - 9 - 11 - 13 - 20	<b>3</b> Vida sana y bienestar	<b>3.9</b>
1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 20	<b>4</b> Educación	<b>4.7</b>
1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 7 - 8 - 11 - 12 - 14 - 16 - 20	<b>9</b> Infraestructuras	<b>9.4</b>
1 - 2 - 3 - 4 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 20	<b>11</b> Ciudades sostenibles	<b>11.6</b>

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

- Contribuyen al conocimiento de los aspectos básicos de la contaminación atmosférica, de la repercusión de la actividad industrial de nuestra sociedad sobre efectos tan relevantes como el calentamiento global y la relación directa entre la calidad del aire que respiramos y sus efectos en la salud.
- Proporcionan al alumnado una amplia información sobre las técnicas actuales para evaluar cualitativa y cuantitativamente la calidad de un aire determinado y sobre la tecnología actual disponible para controlar y mitigar en lo posible la contaminación atmosférica.
- Capacita al alumnado para hacer una valoración de la calidad de una atmósfera determinada.
- Se fomenta, mediante el planteamiento y la resolución de cuestiones de carácter práctico y aplicado a situaciones reales, el desarrollo de habilidades de pensamiento relacionadas con el análisis y el razonamiento.
- A través del desarrollo de trabajos tutorizados y su posterior presentación ante el resto de la clase se pretende fomentar en el alumnado:

la búsqueda y selección de bibliografía relevante de acuerdo a su rigor científico?técnico distinguiendo entre bibliografía referenciada y aquella de dudosa procedencia.

el autoaprendizaje del alumnado, es decir que sean capaces de aprender a aprender por sí mismos (autodidactas), saber dónde encontrar bibliografía o bases de datos relevantes relacionadas con la contaminación atmosférica. El fomento de esta habilidad le ayudará durante toda su vida profesional.

el saber presentar de forma ordenada y rigurosa un trabajo realizado.

el trabajar en grupo de forma coordinada y eficaz con división de tareas y cumplimiento de la parte asumida por cada integrante del grupo.

- Familiarizan a los estudiantes con los ODS, que de forma transversal trabajan principalmente, a través de los trabajos tutorizados y de las actividades propuestas (seminarios, visitas, etc.).

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación.**

Se llevará a cabo **EVALUACIÓN GLOBAL** según el calendario de exámenes de la EPS para las dos convocatorias oficiales. El estudiante **DEBERÁ REALIZAR** en segunda convocatoria aquellas actividades que no haya superado en la primera convocatoria, y podrá optar voluntariamente por repetir aquellas actividades cuya nota quiera mejorar; en este último caso se concederá la nota que más beneficie al estudiante de las dos obtenidas.

Las actividades y criterios de evaluación de las que consta la prueba global tanto en primera como en segunda convocatoria se describen a continuación (ver también tabla resumen). Aunque la asignatura no realiza evaluación continua, algunas de estas actividades se pueden liberar durante el semestre, tal y como se explica aquí.

### 1. Exámenes de teoría (ET) (32.5% de la CF)

- Examen teoría A: Temas 1-4 (50% de la calificación de ET)
- Examen teoría B: Temas 5-7 (50% de la calificación de ET)

Se componen de cuestiones teóricas que podrán ser preguntas tipo test, de verdadero o falso, de breve desarrollo, de completar, cuestiones de opción múltiple, etc.

Los exámenes de teoría (ET) se harán el día programado en el calendario oficial de exámenes (ver **NOTA**, más abajo).

### 2. Exámenes de problemas (EP) (32.5% de la CF)

- Examen problemas A: Temas 1-4 (50% de la calificación de EP)
- Examen problemas B: Temas 5-7 (50% de la calificación de EP)

Los exámenes de problemas (EP) se harán el día programado en el calendario oficial de exámenes (ver **NOTA**, más abajo).

### 3. Trabajo tutorizado (TT) (20% de la CF)

Consiste en la realización y presentación por escrito y oral de un trabajo en grupo (se podrá valorar la realización individual en casos justificados) sobre temas relacionados con la contaminación atmosférica consensuados con el profesorado. Se trata de un trabajo tutorizado por lo que se llevará a cabo un seguimiento por parte del profesor tutor a través de sesiones de tutorías personalizadas, tareas a entregar, etc.

- Trabajo definitivo (60%)
- Presentación oral (30%)
- Entregables, habilidades trabajo en grupo, etc. (10%)

La presentación y defensa oral del trabajo se hará en una fecha previa al final del semestre fijada por el profesorado, sin perjuicio del derecho del alumno a presentarse en la prueba final global. En el caso de que algún grupo/estudiante se acoja a dicha prueba sin haber participado durante el semestre de las distintas tareas derivadas de la tutorización del trabajo, podrá presentar el trabajo sobre un tema relacionado con la asignatura, siempre y cuando haya sido consensuado con el profesorado con una mínima antelación razonable (60%). Profesores y alumnos acordarán hora para la defensa del trabajo en este último supuesto, para el mismo día de la prueba global, o para otro día lo más cercano posible (40%).

Aunque la ejecución del trabajo se realice en grupo sus integrantes podrán obtener calificaciones diferentes, en función, por ejemplo, de las distintas tareas a realizar de forma individual, y también,

haciendo uso de herramientas como la auto y heteroevaluación entre alumnos.

#### 4. Examen teórico-práctico de las sesiones prácticas de laboratorio (PL) (6% de la CF)

Se compone de cuestiones teórico-prácticas sobre la parte correspondiente del programa de prácticas de laboratorio.

Se hará el día programado en el calendario oficial de exámenes (ver **NOTA**, más abajo).

#### 5. Examen teórico-práctico de las sesiones prácticas de ordenador (PO) (9% de la CF)

Consiste en el desarrollo en ordenador, de alguna práctica del programa de prácticas de ordenador. Este examen no lo tendrán que realizar aquellos alumnos que, **habiendo asistido al menos, a 2 de las 3 sesiones** de prácticas de ordenador, opten por **presentar los informes** de cada sesión, en fechas previas al día de la prueba global, fijadas por el profesorado. No obstante, el alumno que aun habiendo presentado dichos informes decida realizar dicho examen, podrá hacerlo (comunicándolo previamente en tiempo y forma al profesorado), y estará así, **renunciando** a la nota que hubiera podido obtener en las prácticas de ordenador mediante la entrega de informes.

#### 6. Actividades complementarias (AC) (hasta 0.5 puntos extra sobre la CF)

Las actividades (visitas, seminarios, etc.) que se puedan proponer con carácter voluntario podrán suponer una nota extra sobre la calificación final de la asignatura de hasta un máximo de 0.5 puntos.

Así pues, la **calificación global (CG)** de la asignatura será la suma de la **nota extra** derivada de las actividades complementarias y la **calificación final (CF)**, calculada esta última, como la **media ponderada** de las actividades de evaluación descritas (todas ellas calificadas sobre 10), según los porcentajes indicados. Para promediar con el resto de actividades en dicho cálculo de CF, **será necesario obtener una calificación de al menos 4 puntos sobre 10**, en los distintos tipos de actividades de evaluación obligatorias: ET, EP, TT, PL y PO. Si esto no se cumple, aunque la CF sea igual o superior a 5, la asignatura no se considerará aprobada y en el acta se reflejará la calificación de 4.0 (suspense). Los **puntos extra** mencionados **sólo se sumarán a la CF si ésta es mayor o igual a 4.5 puntos** sobre 10, tanto en primera, como en segunda convocatoria (ver tabla resumen).

En la siguiente **tabla se resumen** las distintas pruebas y criterios de evaluación de la asignatura:

PRUEBA DE EVALUACIÓN*	Valor de la calificación final (CF)	Observaciones
1. Exámenes de teoría (ET)	32.5%	Examen teoría A (Temas 1-4): 50% Examen teoría B (Temas 5-7): 50%
2. Exámenes de problemas (EP)	32.5%	Examen problemas A (Temas 1-4): 50% Examen problemas B (Temas 5-7): 50%
3. Trabajo tutorizado (TT)	20%	<u>Opción anticipar a la prueba global (recomendada):</u> Trabajo definitivo: 60% Presentación oral: 30% Entregables: 10% <u>Opción prueba global:**</u> Trabajo definitivo: 60%



		Presentación oral: 40%
<b>4. Prácticas laboratorio (PL)</b>	6%	Examen teórico-práctico de las prácticas de laboratorio
<b>5. Prácticas ordenador (PO)</b>	9%	<u>Opción anticipar a la prueba global (recomendada):</u> Informes de las prácticas de ordenador <u>Opción prueba global:</u> Examen teórico-práctico de las prácticas de ordenador***
<b>6. Actividades complementarias</b>		Actividades de carácter voluntario que podrán sumar hasta 0.5 puntos, a adicionar a la CF
<b><math>CF^{****} = 0.325 N_{ET} + 0.325 N_{EP} + 0.2 N_{TT} + 0.06 N_{PL} + 0.09 N_{PO}</math></b>		
<b><math>CG^{*****} = CF + \text{PUNTOS EXTRA (AC)}</math></b>		
<p>* Mismos criterios para primera y segunda convocatoria.</p> <p>** El estudiante deberá contactar con los profesores con al menos una semana de antelación para concretar el tema del trabajo y los detalles para la presentación, etc.</p> <p>*** El estudiante que opte por realizar el examen teórico-práctico de ordenador el día de la prueba global (en vez de entregar los informes correspondientes), deberá manifestar esta intención al profesorado con una semana de antelación.</p> <p>**** Se exige un 4 como nota mínima en los cinco tipos de prueba de evaluación (ET, EP, TT, PL, PO: todas ellas se califican sobre 10 puntos), para promediar en el cálculo de la CF. Si esto no se cumple, aunque la CF sea igual o superior a 5, la asignatura no se considerará aprobada y en el acta se reflejará la calificación de 4.0 (suspense).</p> <p>***** Calificación global (CG) resultará de la adición a la CF de los posibles puntos extras (hasta un máximo de 0.5). Estos sólo se sumarán si CF es igual o mayor a 4.5, tanto en primera, como en segunda convocatoria. La asignatura sólo se considera aprobada si la CG es igual o mayor a 5.</p>		

En la evaluación de las pruebas descritas se **valorará positivamente** la exactitud, rigurosidad y planteamiento de las respuestas, así como la argumentación y análisis crítico de las mismas. Igualmente, se valorará la comprensión de los conceptos y procesos, y la capacidad de interrelacionarlos, así como la concreción, la claridad, el orden y la presentación.

Además, en el caso del **trabajo**, se evaluará el tratamiento de la información (bibliografía y documentación) y el buen uso de un método de citas y referencias. Asimismo, se valorarán positivamente la originalidad del tema elegido, el correcto planteamiento, la rigurosidad de los contenidos, la claridad, la buena expresión, la calidad de la presentación y el dominio del tema. También se considerarán las habilidades de trabajo en grupo y las distintas tareas a entregar relacionadas con la tutorización del trabajo.

En el caso de las **prácticas**, también se valorará la exactitud de los resultados obtenidos.

Asimismo, en general, se valorará favorablemente la identificación, integración y vinculación de los conceptos teóricos y prácticos de la asignatura con los objetivos y metas de la Agenda 2030 alineados con esta disciplina.

<b>ODS (Meta asociada)</b>	<b>Tipo de prueba evaluable</b>	<b>% del valor de la CF</b>
3 Vida sana y bienestar (3.9)	Exámenes de teoría A y B	32,5
	Exámenes de problemas A y B	32,5
	Trabajo tutorizado	20

	Prácticas de laboratorio	6
4 Educación (4.7)	Exámenes de teoría A y B	32,5
	Exámenes de problemas A y B	32,5
	Trabajo tutorizado	20
	Prácticas de laboratorio	6
	Prácticas de ordenador	9
9 Infraestructuras (9.4)	Exámenes de teoría A y B	32,5
	Exámenes de problemas A y B	32,5
	Trabajo tutorizado	20
	Prácticas de laboratorio	6
	Prácticas de ordenador	9
11 Ciudades sostenibles (11.6)	Exámenes de teoría A y B	32,5
	Exámenes de problemas A y B	32,5
	Trabajo tutorizado	20
	Prácticas de laboratorio	6
	Prácticas de ordenador	9
13 Cambio climático (13.3)	Exámenes de teoría A y B	32,5
	Trabajo tutorizado	20
Adicionalmente, las actividades complementarias que puedan proponerse podrán suponer hasta un máximo de 0.5 puntos sobre la calificación final.		

Si se detecta y confirma **plagio** u otras acciones fraudulentas, será motivo suficiente para la calificación con la nota más baja posible de la prueba correspondiente.

La evaluación de esta asignatura está planificada para su realización de forma **presencial**, siempre y cuando sea posible. En caso contrario, y siguiendo las directrices marcadas en su caso, se adaptarán las actividades evaluación para posibilitar su realización en remoto, intentando mantener, en la medida de lo posible, la tipología y criterios que se exponen aquí.

**NOTA:** Los exámenes A (teoría y problemas) y el examen de las sesiones de prácticas de laboratorio (PL) están programados en el calendario oficial de exámenes. No obstante, se podrá adelantar a una fecha que propongan los estudiantes a través del/a delegado/a de clase, de acuerdo con el profesorado. Debe quedar claro que se trata de parte de la prueba global que se anticipa y que, en ningún caso, se cuenta con dos oportunidades para superar dichos exámenes. Por esto, es **IMPORTANTE** que el 100% de los estudiantes matriculados en la asignatura estén de acuerdo y deben manifestar su consentimiento por escrito. Si finalmente se anticipa esta prueba, la nueva fecha será confirmada y comunicada a los estudiantes vía Moodle, con al menos 20 días naturales de antelación.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en clases

**expositivas** de carácter participativo que se complementan con **clases de problemas y tutorías**. Se exponen los contenidos teóricos del temario de la asignatura, así como ejemplos prácticos que clarifiquen los conceptos expuestos.

Adicionalmente, los alumnos deben realizar un **trabajo tutorizado**, que requiere de una búsqueda y consulta bibliografía especializada. Esto sirve como punto de partida para la adquisición de nuevos conocimientos, fomentando así el autoaprendizaje de los estudiantes.

También está prevista la realización de **prácticas de laboratorio y de ordenador**.

Por último, se llevarán a cabo, en la medida de lo posible, actividades complementarias (visitas a sitios de interés para la asignatura, visualización de vídeos, debates, comentario de artículos y noticias, seminarios-conferencias sobre temas específicos de especial relevancia que podrán ser impartidos por profesionales, etc.) que ayuden a los estudiantes a relacionar los contenidos teórico-prácticos de la materia con la realidad y los aproximen a posibles escenarios profesionales.

#### **4.2. Actividades de aprendizaje**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades:**

##### **Lección magistral**

Lecciones expositivas y participativas. De forma complementaria, al final de algunos temas, se podrán plantear algunas actividades que permitan ampliar y/o reforzar las nociones teóricas impartidas.

##### **Resolución de problemas y casos**

Consistirán en resolución de problemas y casos enmarcados en los módulos temáticos del programa de la asignatura.

A lo largo del desarrollo de la teoría y de los problemas se podrán proponer evaluaciones de seguimiento a los estudiantes.

##### **Prácticas**

Siguiendo el programa de prácticas, se plantea entre otros, la detección de contaminantes atmosféricos y la utilización de software para predecir la dispersión de contaminantes.

##### **Realización de trabajos**

Los estudiantes realizarán trabajos preferentemente en grupo, que tratarán diversas temáticas relacionadas con aspectos de contaminación atmosférica. Éstas han de ser consensuada necesariamente con el profesorado. Dichos trabajos se seguirán por el profesor durante sesiones en las que éste orientará-supervisará al grupo en cuestiones tales como nociones básicas sobre trabajo en equipo, presentación oral, avances en la realización del trabajo y dificultades que vayan surgiendo. Finalmente, todos los grupos tendrán que realizar una exposición de los aspectos más importantes del trabajo ante el profesor y el resto de los alumnos, que formularán algunas preguntas relacionadas con el trabajo.

**Actividades complementarias** (siempre que sea posible)

Prácticas de campo que consistirán en visitas a lugares donde el estudiante podrá observar y analizar algunos de los temas tratados en las clases.

Visualización de videos sobre temas relacionados con la asignatura y posterior mantenimiento de debates y realización de comentarios al respecto.

Seminarios de temas específicos, donde se profundicen o refuercen aspectos interesantes de la asignatura.

Análisis y comentarios de noticias y artículos de interés, relacionados con temas afines a la asignatura.

**Tutela personalizada profesor-alumno**

**Trabajo autónomo del alumno**

**Pruebas de evaluación**

### 4.3. Programa

**Tema 0. Presentación de la asignatura**

**Tema 1. Contaminantes atmosféricos.** Contaminación natural y antropogénica. Conceptos de emisión e inmisión. Contaminantes primarios y secundarios. Fuentes y sumideros de los contaminantes.

**Tema 2. Fenómenos de contaminación a escala global.** Destrucción de la capa de ozono. Efecto invernadero antropogénico.

**Tema 3. Fenómenos de contaminación a escala regional y local.** Ozono troposférico. Smog fotoquímico. Lluvia ácida. Contaminación lumínica y acústica.

**Tema 4. Métodos de análisis de la contaminación atmosférica. Calidad del aire.**

**Tema 5. Dispersión de contaminantes en la atmósfera.** Factores que afectan la dispersión. Modelos de dispersión. Modelos de dispersión Gaussianos de gases para fuentes discontinuas (puffs). Modelos de dispersión Gaussianos de gases para fuentes continuas (plumas).

**Tema 6. Modelos de dispersión de Britter McQuaid para gases más densos que el aire. Modelos de dispersión para partículas sedimentables.**

**Tema 7. Métodos de control de la contaminación atmosférica.** Control de la materia particulada: Métodos mecánicos. Filtros. Lavado por vía húmeda. Electrofiltros. Aplicaciones. Control de gases y vapores: Incineración directa, absorción y adsorción. COVs, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>. Ejemplos de control de partículas y gases en incineradoras y centrales térmicas. Técnicas de captura de CO<sub>2</sub> en procesos industriales.

*Nota: El orden de estos temas puede cambiar, en función de las necesidades docentes y de organización.*

## Programa de prácticas

### Prácticas de laboratorio (PL):

1. Medición de contaminantes gaseosos: tubos colorimétricos.
2. Evaluación del nivel de iluminancia (medidas con luxómetro). Sensores de gases. Evaluación de la aceptabilidad del aire en ambientes de trabajo: atmósferas explosivas y tóxicas.

### Prácticas de ordenador (PO):

1. Modelos Gaussianos de dispersión para contaminantes atmosféricos gaseosos. Aplicación a fuentes emisoras instantáneas (puff).
2. Modelos Gaussianos de dispersión para contaminantes atmosféricos gaseosos. Aplicación a fuentes emisoras continuas (pluma).
3. Modelos de dispersión de Britter Mc-Quaid para contaminantes atmosféricos gaseosos más densos que el aire.

*Nota: El orden de estas prácticas puede cambiar, en función de las necesidades docentes y de organización.*

ODS (Meta)	Metodología	Actividad de aprendizaje	Programa
3 <a href="#">Vida sana y bienestar</a> (3.9)	Clase de teoría Charlas de expertos Aprendizaje basado en problemas Estudio de casos Presentación de trabajos en grupo Laboratorio Tutoría individual o colectiva Trabajos teóricos Trabajos prácticos Actividades complementarias Evaluación	Lección magistral Resolución de problemas y casos Prácticas Prácticas especiales (visitas) Realización de trabajos Tutoría personalizada profesor-alumno Trabajo autónomo del alumno Pruebas de evaluación	Principalmente temas 1-4 y 7 Prácticas laboratorio
4 Educación (4.7)	Clase de teoría Charlas de expertos Aprendizaje basado en problemas Estudio de casos Presentación de trabajos en grupo Laboratorio Tutoría individual o colectiva Trabajos teóricos Trabajos prácticos Actividades complementarias Evaluación	Lección magistral Resolución de problemas y casos Prácticas Prácticas especiales (visitas) Realización de trabajos Tutoría personalizada profesor-alumno Trabajo autónomo del alumno Pruebas de evaluación	Temas 1-7  Prácticas laboratorio  Prácticas ordenador
9 Infraestructuras (9.4)	Clase de teoría Aprendizaje basado en problemas Estudio de casos Presentación de trabajos en grupo Laboratorio	Lección magistral Resolución de problemas y casos Prácticas Realización de trabajos Tutoría personalizada profesor-alumno	Principalmente temas 1 y 7  Prácticas ordenador

	Tutoría individual o colectiva Trabajos teóricos Trabajos prácticos Actividades complementarias Evaluación	Trabajo autónomo del alumno Pruebas de evaluación	
11 Ciudades sostenibles (11.6)	Clase de teoría Charlas de expertos Aprendizaje basado en problemas Estudio de casos Presentación de trabajos en grupo Laboratorio Tutoría individual o colectiva Trabajos teóricos Trabajos prácticos Actividades complementarias Evaluación	Lección magistral Resolución de problemas y casos Prácticas Prácticas especiales (visitas) Realización de trabajos Tutoría personalizada profesor-alumno Trabajo autónomo del alumno Pruebas de evaluación	Principalmente temas 1 y 4  Prácticas laboratorio
13 Combatir el cambio climático (13.3)	Clase de teoría Aprendizaje basado en problemas Estudio de casos Presentación de trabajos en grupo Tutoría individual o colectiva Trabajos teóricos Trabajos prácticos Evaluación	Lección magistral Realización de trabajos Tutoría personalizada profesor-alumno Trabajo autónomo del alumno Pruebas de evaluación	Principalmente temas 1, 2 y 7

#### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

##### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se trata de una asignatura de 6 ECTS que se cursa en el segundo semestre de segundo curso del Grado de Ciencias ambientales.

El estudiante debe dedicar un total de 150 horas que englobarán actividades presenciales y no presenciales, tal y como se refleja en el siguiente calendario orientativo.

Tipo actividad / Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 (1)	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>Actividad Presencial</b>																					
Presentación	1																				
Teoría	1	2	2	2	2	2	2	2	2			4	2	2	2						
Problemas	2	1			2		2	2	2					2		1					
Prácticas laboratorio				2		2															
Prácticas ordenador											2	2			2						
TT sesiones (2)			1										2								
TT tutorías					0,5		0,5				1										
Visita <sup>(2)</sup>									3												
Seminario/s (2)								2													
Evaluación																					4
<b>Actividad No</b>																					

<i>presencial</i>																					
Trabajo individual	4	5	5,5	3,5	3	3,5	3	2	3,5	8	4	2	5	4,5	4,5	5,5	8	4,5			
Trabajo en grupo				1	1	1	1		1		1		1								
TOTAL	8	8	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	9	8,5	8	8	8	8	8,5	8,5	8,5	8	8,5	0	0	0

(1) El miércoles 27 de abril se seguirá horario de lunes

Pract ord P3 (G4 y G1: jueves 21 abril; G3 y G2: lunes 25 abril)

Pract ord P4 (G3 y G2: miércoles 27 abril; G4 y G1: jueves 5 mayo)

(2) Fecha y hora por confirmar

Toda la información sobre **horarios y calendario de exámenes** se publica en la web de la EPS.

En reprografía y/o a través del **Anillo Digital Docente** se proporcionará al alumno diverso material docente.

La docencia de esta asignatura está planificada para su realización de forma **presencial**, siempre y cuando sea posible. En caso contrario, y siguiendo las directrices marcadas en su caso, se adaptarán las actividades de aprendizaje para posibilitar su realización en remoto, intentando mantener, en la medida de lo posible, la tipología que se expone aquí.

#### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

- BB** Contaminación ambiental : una visión desde la química / Carmen Orozco Barrenetxea ... [et al.] . Madrid [etc.] : Thomson, D. L. 2002
- BB** Contaminación atmosférica / Alejandrina Gallego Picó ... [et al.] . Madrid : UNED, 2012
- BB** Espert Alemany, Vicent. Dispersión de contaminantes en la atmósfera / Vicent Espert Alemany, P. Amparo López Jiménez . Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, D.L. 2000
- BB** Espert, V., López, P. (1998): Complementos de tecnología del medio ambiente. Módulo: Emisión y dispersión de contaminantes. Universidad Politécnica de Valencia
- BB** Turner, D. Bruce. Workbook of atmospheric dispersion estimates : an introduction to dispersion modelling / D. Bruce Turner . 2nd ed. Boca Raton : Lewis, cop. 1994
- BC** Aragón, P., Catalá, M. (2013): Problemas de contaminación atmosférica. Valencia: Universidad Politécnica
- BC** Baird, Colin. Química ambiental / Colin Baird ; versión española por Xavier Domènech Antúnez . Ed. en español, reimpr. (2004) Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2004
- BC** Casal, J. (2007): Evaluation of the effects and consequences of mayor accidents in industrial plants. Elsevier
- BC** Figueruelo, Juan E.. Química física del ambiente y de los procesos medioambientales / Juan E. Figueruelo, Martín Marino Dávila . Barcelona [etc.] : Reverté, cop. 2004
- BC** Finlayson-Pitts, Barbara J.. Chemistry of the upper and lower atmosphere : theory, experiments and applications / Barbara J. Finlayson-Pitts, James N. Pitts, Jr. . San Diego [etc.] : Academic Press, cop. 2000
- BC** Gutiérrez López, Enrique. Contaminación atmosférica, ruidos y radiaciones / Enrique Gutiérrez López, coordinador ; Francisco Javier Albert Payá . Madrid : Editex, D.L. 2001
- BC** Manahan, Stanley E.. Environmental chemistry / Stanley E. Manahan . 8th ed. Boca Raton [etc.] : CRC, cop. 2005

- BC** Parker, Albert. Contaminación del aire por la industria / Albert Parker ; [versión española por José Costa López y Rubén Simarro Dorado] . 1ª reimp. Barcelona : Reverté, D.L. 1983, (reimp. 2001)
- BC** Sierra, Miguel Ángel. Principios de química medioambiental / Miguel Á. Sierra, Mar Gómez Gallego . [reimp. de la ed. de 2007] Madrid: Síntesis, 2008
- BC** Spiro, Thomas G.. Química medioambiental / Thomas G. Spiro, William M. Stigliani ; traducción, Yolanda Madrid Albarrán . 2ª ed. reimp. Madrid [etc.] : Pearson Prentice-Hall, cop. 2004 (reimp. 2009)

## Huesca:

- BB** Contaminación ambiental : una visión desde la química / Carmen Orozco Barrenetxea ... [et al.] . Madrid [etc.] : Thomson, D. L. 2002
- BB** Contaminación atmosférica / Alejandrina Gallego Picó ... [et al.] . Madrid : UNED, 2012
- BB** Espert Alemany, Vicent. Dispersión de contaminantes en la atmósfera / Vicent Espert Alemany, P. Amparo López Jiménez . Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, D.L. 2000
- BB** Espert, V., López, P. (1998): Complementos de tecnología del medio ambiente. Módulo: Emisión y dispersión de contaminantes. Universidad Politécnica de Valencia
- BB** Turner, D. Bruce. Workbook of atmospheric dispersion estimates : an introduction to dispersion modelling / D. Bruce Turner . 2nd ed. Boca Raton : Lewis, cop. 1994
- BC** Aragón, P., Catalá, M. (2013): Problemas de contaminación atmosférica. Valencia: Universidad Politécnica
- BC** Baird, Colin. Química ambiental / Colin Baird ; versión española por Xavier Domènech Antúnez . Ed. en español, reimpr. (2004) Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2004
- BC** Casal, J. (2007): Evaluation of the effects and consequences of mayor accidents in industrial plants. Elsevier
- BC** Figueruelo, Juan E.. Química física del ambiente y de los procesos medioambientales / Juan E. Figueruelo, Martín Marino Dávila . Barcelona [etc.] : Reverté, cop. 2004
- BC** Finlayson-Pitts, Barbara J.. Chemistry of the upper and lower atmosphere : theory, experiments and applications / Barbara J. Finlayson-Pitts, James N. Pitts, Jr. . San Diego [etc.] : Academic Press, cop. 2000
- BC** Gutiérrez López, Enrique. Contaminación atmosférica, ruidos y radiaciones / Enrique Gutiérrez López, coordinador ; Francisco Javier Albert Payá . Madrid : Editex, D.L. 2001
- BC** Manahan, Stanley E.. Environmental chemistry / Stanley E. Manahan . 8th ed. Boca Raton [etc.] : CRC, cop. 2005
- BC** Parker, Albert. Contaminación del aire por la industria / Albert Parker ; [versión española por José Costa López y Rubén Simarro Dorado] . 1ª reimp. Barcelona : Reverté, D.L. 1983, (reimp. 2001)
- BC** Sierra, Miguel Ángel. Principios de química medioambiental / Miguel Á. Sierra, Mar Gómez Gallego . [reimp. de la ed. de 2007] Madrid: Síntesis, 2008
- BC** Spiro, Thomas G.. Química medioambiental / Thomas G. Spiro, William M. Stigliani ; traducción, Yolanda Madrid Albarrán . 2ª ed. reimp. Madrid [etc.] : Pearson Prentice-Hall, cop. 2004 (reimp. 2009)

La bibliografía actualizada de la asignatura se consulta a través de la página web:  
<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?id=10977>



**Lenguaje no sexista.** Todas las denominaciones que, en virtud del principio de economía del lenguaje, se hagan en género masculino inclusivo en el presente documento, se entenderán realizadas tanto en género femenino como en masculino.