

## **Grado en Ciencias Ambientales**

### **25219 - Contaminación atmosférica**

**Guía docente para el curso 2015 - 2016**

**Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **María Eugenia Marqués López** mmaamarq@unizar.es
- **José Francisco Martínez López** jfmarti@unizar.es

#### **Recomendaciones para cursar esta 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.

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Para superar las prácticas de laboratorio, en el caso de que el estudiante se acoja a la posibilidad de superar esta parte de la asignatura con antelación a la prueba global del final del semestre, se valorará la calidad de los resultados obtenidos tras el desarrollo de las sesiones detalladas en el apartado de actividades y la calidad de las tareas a entregar al final de cada sesión o en la fecha límite indicada por el profesorado.

Cada alumno realizará un trabajo en grupo, cuya temática habrá sido consensuada con el profesor, y que será tutorizado. Para superar el trabajo, se valorarán la calidad del trabajo escrito, la claridad de exposición del mismo ante el profesor y el resto del grupo y la capacidad de responder a las preguntas que se planteen, en la fecha indicada por el profesorado.

El calendario de prácticas, de entrega de tareas de prácticas, y de entrega y exposición de trabajos está indicado en el cronograma del último apartado de la guía.

La fecha de la prueba global en las convocatorias oficiales de la EPS puede consultarse [aquí](#).

---

### **Inicio**

---

#### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Identificar los principales **contaminantes atmosféricos** (naturales y antropogénicos).
- 2:** Reconocer las principales **actividades** contaminantes.
- 3:** Comprender su **comportamiento** y **evolución** en la atmósfera.
- 4:** Explicar el papel del **ozono estratosférico**:
  - los **ciclos fotoquímicos** implicados en su formación y destrucción
  - la polución implicada en la evolución del **agujero de ozono**
- 5:** Explicar el papel de los contaminantes troposféricos causantes de la **lluvia ácida** y su generación química.
- 6:** 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
  - **smog fotoquímico**
  - **ozono superficial**
  - **sustancias nocivas para la salud**
  - **contaminaciones lumínica y acústica**
- 7:** Conocer el **análisis de una atmósfera** (espacios confinados y abiertos).
- 8:** Manejar, mediante trabajo de tipo **práctico en laboratorio**, técnicas y equipos actuales utilizados para la **evaluación de la calidad** de una atmósfera particular.
- 9:** Evaluar y predecir la **dispersión de contaminantes** en la atmósfera en distintas situaciones del foco emisor y teniendo en cuenta la meteorología local.
- 10:** Manejar **software especializado** en **modelos de dispersión y difusión** de contaminantes en la atmósfera.
- 11:** Identificar **medios para el control** de la contaminación atmosférica.
- 12:** Evaluar **las condiciones de riesgo para la salud** según las recomendaciones, directrices y legislación específica establecidas por organismos oficiales competentes (nacionales o internacionales).
- 13:** Explicar los **efectos medioambientales** derivados de la presencia de ciertos contaminantes en la atmósfera.
- 14:** Resolver **problemas y casos** tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, relacionados con los aspectos anteriormente descritos relacionados con la contaminación atmosférica.
- 15:** Buscar y gestionar **fuentes bibliográficas**, evaluando la calidad y el rigor científico-técnico de las mismas.
- 16:** **Trabajar en grupo** de manera coordinada y autónoma sobre una temática relacionada con un aspecto determinado de la contaminación atmosférica.
- 17:** **Exponer de manera clara y rigurosa** los aspectos fundamentales del trabajo.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

La preocupación por la calidad del aire en una atmósfera cada vez más deteriorada por la actividad del hombre, constituye en la actualidad un tema de interés tanto a nivel local y regional, como global. Efectos como el cambio climático y sus implicaciones en la evolución de la vida en nuestro planeta son aspectos de bastante preocupación, por lo que la calidad del aire y su protección es una prioridad en la política ambiental internacional. Desde esta asignatura se pretende proporcionar al alumnado una visión general de la compleja problemática de la contaminación atmosférica considerando los siguientes aspectos:

- Los principales contaminantes atmosféricos y sus fuentes.
- Los factores que condicionan la evolución de los contaminantes en la atmósfera.
- El cálculo y la predicción del impacto de algunas fuentes (modelos de dispersión, etc.)
- Los efectos de los mismos a nivel local, regional y global.
- Los procedimientos de determinación cualitativa y cuantitativa de los principales contaminantes que nos permita evaluar la calidad del aire.
- Las mejores técnicas disponibles para la reducción de emisiones a la atmósfera.
- Las principales directrices y normativa sobre la calidad del aire y otros aspectos relacionados con la contaminación atmosférica, como emisiones, contaminación acústica y lumínica, etc.

El estudio de todos los anteriores aspectos ayudarán a dar respuesta a una serie de interrogantes como podrían ser, entre otros:

- ¿Qué actividades humanas inciden más sobre la alteración del equilibrio natural de nuestra atmósfera?
- ¿Qué procesos físico-químicos tienen lugar en las distintas capas de nuestra atmósfera?
- ¿Qué es la lluvia ácida?, ¿y el smog fotoquímico de las grandes urbes?
- ¿Qué tipos de contaminantes inciden en nuestra atmósfera? ¿Cómo evolucionan estos contaminantes con el tiempo una vez emitidos a la atmósfera? ¿Se puede modelizar y prever de algún modo la dispersión de los contaminantes en la atmósfera?
- ¿Qué es el efecto invernadero antropogénico y cómo se produce y reduce?
- ¿En qué consiste el calentamiento global de nuestro planeta y cómo puede prevenirse? ¿Se está haciendo algo desde un punto de vista tecnológico?
- ¿Qué se entiende por "cambio climático"? ¿Se produce exclusivamente por el "calentamiento global"?

---

## Contexto y competencias

---

## Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales 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.
- Proporcionar los conocimientos básicos sobre fenómenos de contaminación atmosférica.
- Formar en el ámbito de la evaluación de la calidad del aire.
- 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.

## **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 indicó 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" (1er curso) y "Toxicología Ambiental y Salud Pública" (2º 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 instrumental en el medio ambiente", asignatura 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 "Educación ambiental", "Ordenación del territorio y urbanismo" 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".

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

- 1:** Saber valorar la calidad del aire.
- 2:** Conocer aspectos básicos sobre contaminantes atmosféricos y contaminación lumínica y acústica.
- 3:** Conocer técnicas de detección y análisis de contaminantes atmosféricos, y saber seleccionar la más adecuada en cada caso.
- 4:** Conocer, manejar y aplicar a diferentes situaciones modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos.
- 5:** Identificar métodos de control o técnicas de depuración de contaminantes atmosféricos, y saber seleccionar el más adecuado en cada caso.
- 6:** Aplicar conocimientos teóricos a la resolución de problemas.
- 7:** Aplicar razonamiento crítico (análisis, síntesis y evaluación).
- 8:** Desarrollar aprendizaje autónomo y en equipo.
- 9:** Comunicar y argumentar (oralmente y por escrito) cuestiones relacionadas con la contaminación atmosférica.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

- 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 cambio climático 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 si 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.
- 

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

**1:**

Se llevará a cabo una **PRUEBA GLOBAL** de evaluación según el calendario de la EPS para las dos convocatorias oficiales. La asignatura no realiza evaluación continua pero varias partes de la prueba global se pueden liberar durante el semestre.

Las actividades de evaluación de las que consta la prueba global en 1<sup>a</sup> convocatoria:

1.1. **Examen escrito**, según [calendario de exámenes de la EPS](#), que versará sobre los conceptos impartidos en las clases teóricas e incluirá además la resolución de problemas y casos. La parte de teoría consistirá en preguntas de breve desarrollo, de completar, cuestiones de opción múltiple, de verdadero o falso y/o tipo test, etc.

1.2. **Trabajo tutorizado** que consistirá en la realización y presentación por escrito y oral de un trabajo realizado en grupo sobre temas relacionados con diversos aspectos de la contaminación atmosférica. Esta actividad podrá ser aprobada durante el semestre por aquellos alumnos que presenten y defiendan oralmente el trabajo 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.

1.3. **Examen teórico-práctico de las sesiones prácticas**. Este examen no lo tendrán que realizar aquellos alumnos que opten por presentar los informes (o respondan a cuestiones planteadas) de cada sesión de prácticas en una fecha previa al final del semestre fijada 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 mediante la entrega de informes.

**LAS NOTAS DE ESTAS TRES ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN (examen escrito, trabajo tutorizado y prácticas) SERÁN PUBLICADAS EL MISMO DÍA.**

En caso de que el estudiante no haya conseguido superar el curso, deberá repetir en 2<sup>a</sup> convocatoria aquellas actividades que no ha superado 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 de evaluación de las que consta la prueba global en 2<sup>a</sup> convocatoria son:

2.1 **Examen escrito**, según [calendario de exámenes de la EPS](#), que versará sobre los conceptos impartidos en las clases teóricas e incluirá la resolución de problemas y casos.

2.2 **Trabajo tutorizado** que consistirá en la realización y exposición oral de un trabajo similar al propuesto anteriormente como trabajo tutorizado, cuya temática habrá sido consensuada con el profesorado.

2.3 **Examen teórico-práctico sobre las sesiones prácticas**

# Criterios de evaluación

## Criterios de evaluación

1.1. El **examen escrito** al final del semestre (apartado 1.1 o 2.1 de las actividades de evaluación) se califica sobre 10 y supone un 65% de la nota. Será necesario obtener una calificación de 4.5, como mínimo, en el examen para promediar con el resto de actividades de evaluación. Se compone de cuestiones teóricas (50%) y problemas (50%) y se requiere superar al menos un 30% de cada parte. Si no se alcanzan los requisitos mínimos (superar un 30% de teoría y un 30% de problemas en el apartado 1.1 o 2.1 de las actividades de evaluación) el examen no se considerará aprobado aunque su calificación final (NExamen), según la ponderación arriba indicada, sea igual o superior a 5. De modo que:

- si  $N_{\text{Examen}} \geq 4.4$ ,  $N_{\text{Examen}} = \text{suspensivo}$ , 4.4
- si  $N_{\text{Examen}} < 4.4$ ,  $N_{\text{Examen}} = \text{suspensivo}$ ,  $N_{\text{Examen}}$

Se valorará favorablemente:

- La comprensión de los conceptos y procesos, y la capacidad de interrelacionarlos.
- La capacidad sintética, analítica y crítica.
- La claridad y calidad de la expresión escrita, así como el orden y la presentación.

La copia de información de otros compañeros o de otras fuentes será sancionada con el suspensivo del examen.

1.2. Se evaluarán la elaboración escrita y presentación/defensa oral del **trabajo tutorizado** realizado en grupo. También se considerarán para la calificación final de esta prueba de evaluación el tratamiento de la información (bibliografía y documentación), el buen uso de un método de citas y referencias, las habilidades de trabajo en grupo y las distintas tareas a entregar relacionadas con el trabajo. Además, se valorarán positivamente la originalidad, rigurosidad de los contenidos, claridad, buena expresión, calidad de la presentación y dominio del tema. El plagio será sancionado con el suspensivo del trabajo. El trabajo se califica sobre 10 y supone un 20% de la nota final. Será necesario obtener una calificación de 5 en el trabajo para promediar con el resto de actividades de evaluación. 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, y también, haciendo uso de herramientas como la auto y heteroevaluación entre alumnos.

1.3. El examen teórico-práctico sobre las **sesiones prácticas** se califica sobre 10 y supondrá el 15% de la nota. Se compone de cuestiones teórico-prácticas y desarrollo de alguna sesión práctica. Será necesario obtener una calificación mínima de 4 en el examen para promediar con el resto de actividades de evaluación. Para aquellos alumnos que la liberen durante el semestre, las tareas entregadas por los estudiantes correspondientes a las sesiones prácticas de laboratorio y de ordenador se calificarán sobre 10 y supondrán el 15% de la nota final de la asignatura. Igualmente, será necesario obtener una calificación mínima de 4 en esta actividad de evaluación para promediar con el resto. Se evaluará la exactitud de los resultados obtenidos y de las respuestas a las cuestiones planteadas a los estudiantes en las tareas a entregar. En general, se exigirá puntualidad y cumplimiento de las normas de seguridad en el laboratorio.

En caso de que el estudiante no haya conseguido superar el curso, (es decir,  $N_{\text{Examen}} < 5$ ,  $N_{\text{Trabajo}} < 5$  y/o  $N_{\text{Prácticas}} < 5$ ), deberá repetir en 2<sup>a</sup> convocatoria aquellas actividades que no ha superado 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. Para la **segunda convocatoria** los criterios de evaluación serán los mismos que para la primera convocatoria, teniendo en cuenta la siguiente ponderación de las distintas actividades de evaluación:

### 2.1 Examen escrito (teoría-problemas) (65%)

### 2.2 Trabajo tutorizado (20%)

### 2.3 Examen teórico-práctico sobre las sesiones prácticas (15%)

Además de las actividades de carácter obligatorio de este curso, se podrán ofrecer otras actividades de carácter voluntario. Las tareas derivadas de estas actividades podrán ser evaluadas y suponer una nota extra sobre la nota final de la asignatura (hasta un máximo de 0.5 puntos). Estos puntos extra sólo se sumarán a la calificación final si ésta es mayor o igual a 5, tanto en 1<sup>a</sup> convocatoria, como en 2<sup>a</sup>. Es decir, CALIFICACIÓN GLOBAL (CG) = CALIFICACIÓN FINAL (CF) + PUNTOS EXTRA (hasta 0.5 máximo, si CF  $\geq 5$ ).

## CUADRO RESUMEN CRITERIOS EVALUACIÓN

PRUEBA DE EVALUACIÓN*	Valor de la calificación final (CF)	Nota mínima para promediar en el cálculo de la CF**
-----------------------	-------------------------------------	---

<b>1. Examen escrito (teoría-problemas)</b>	<b>65%</b> Teoría: 32.5% Problemas: 32.5%	$N_{Examen} \geq 4.5$ $N_{Examen}^{***} = 0,5 N_{Teoria} + 0,5 N_{Problemas}$ $N_{Teoria} \geq 1,5$ $N_{Problemas} \geq 1,5$
<b>2. Trabajo tutorizado</b>	<b>20%</b>	$N_{Trabajo} \geq 5$
<b>3. Examen teórico-práctico sobre las sesiones prácticas</b>	<b>15%</b>	$N_{Practicas} \geq 4$
$CF^{***} = 0.65 N_{Examen} + 0.2 N_{Trabajo} + 0.15 N_{Practicas}$		
<b>CG***** = CF + PUNTOS EXTRA</b> (actividades complementarias)		
<p>* Mismos criterios para 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> convocatoria.  ** Todas las pruebas se califican sobre 10 puntos.  *** El examen escrito no se considerará aprobado aunque la calificación final del mismo sea igual o superior a 5 si no se cumple el requisito de la nota mínima de teoría y problemas. De modo que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• si <math>N_{Examen} \geq 4.4</math>, <math>N_{Examen} = 4.4</math> (suspenso)</li> <li>• si <math>N_{Examen} &lt; 4.4</math>, <math>N_{Examen} = N_{Examen}</math> (suspenso)</li> </ul> <p>**** La asignatura sólo se considera aprobada si la calificación final es igual o mayor a 5 (<math>CF \geq 5</math>). Adicionalmente, la asignatura no se considerará aprobada aunque la calificación final (<math>CF</math>) sea igual o superior a 5 si no se cumplen los requisitos de notas mínimas indicadas para promediar en el cálculo de la calificación final. De modo que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• si <math>CF \geq 4</math>, la <math>CF = 4</math> (suspenso)</li> <li>• si <math>CF &lt; 4</math>, la <math>CF = CF</math> (suspenso)</li> </ul> <p>***** Calificación global resultará de la adición a la <math>CF</math> de los posibles puntos extras (hasta 0.5 máximo), obtenidos de las tareas complementarias. Estos sólo se sumarán si <math>CF \geq 5</math>.</p>		

## Actividades y recursos

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

1. Las sesiones teóricas consistirán, fundamentalmente, en lecciones magistrales participativas.
2. En las sesiones de problemas y casos se proponen problemas que pueden discutir en grupos y luego se plantea su resolución. Se promoverá la participación de los alumnos de forma más intensa que en las sesiones dedicadas a la exposición de los contenidos teóricos.
3. En los trabajos tutorizados se ofrecerá a los alumnos que trabajen en grupo, bajo la supervisión de los tutores, sobre un problema de contaminación ambiental relacionado con la asignatura. Esto sirve como punto de partida para la adquisición de nuevos conocimientos, fomentando así el autoaprendizaje de los estudiantes. Se llevarán a cabo varias sesiones presenciales en las que los profesores darán ciertas nociones básicas sobre trabajo en equipo, estructura del informe, presentación oral, etc. Además, cada grupo tendrá sesiones de tutoría en las que irán presentando al profesor sus avances y las dificultades que les vayan surgiendo. Finalmente, todos los grupos tendrán que realizar una exposición de los aspectos más importantes del trabajo utilizando las aplicaciones informáticas apropiadas ante el profesor y el resto de los alumnos, que formularán algunas preguntas relacionadas con el trabajo.
4. En las prácticas de laboratorio y de ordenador se plantea la detección de contaminantes atmosféricos con diferentes técnicas y la utilización de software para predecir la dispersión de contaminantes, respectivamente. Consistirán en la realización de lo detallado en el guión de prácticas y en la elaboración de un informe contenido los resultados obtenidos en las mediciones y las respuestas a las preguntas planteadas.
5. Por último, se llevarán a cabo, en la medida de lo posible, actividades complementarias que ayuden a los estudiantes a relacionar los contenidos teórico-prácticos de la materia con la realidad y los aproximen a posibles escenarios profesionales. Por ejemplo, se podrán realizar visitas a sitios de interés para la asignatura, visualizar videos, plantear debates, comentar artículos y noticias, realizar seminarios-conferencias sobre temas específicos de especial relevancia, etc. Además, algunas de estas actividades se podrán plantear de manera conjunta con otras asignaturas.

# **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

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

**1: Sesiones teóricas**

Consistirán en 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.

**2: Seminario 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.

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. **Seminario de problemas y caso**

**3: Trabajos tutorizados**

Los estudiantes realizarán trabajos en grupo que tratarán diversas temáticas relacionadas con aspectos de contaminación atmosférica. Dichos trabajos se seguirán por el profesor durante sesiones presenciales en las que éste orientará-supervisará al grupo en las cuestiones que se planteen.

**4: Seminarios y prácticas en laboratorio y aula de informática**

Prácticas de laboratorio que plantean la detección de contaminantes atmosféricos con diferentes técnicas y la utilización de software para predecir la dispersión de contaminantes.

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

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

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

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

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

Además de las actividades de carácter obligatorio de este curso, se podrán ofrecer otras actividades de carácter voluntario (algunas de las actividades complementarias), coordinadas ocasionalmente con otras asignaturas de la titulación, que a juicio de los docentes sean de interés formativo para que los alumnos adquieran una visión más transversal y global de la asignatura y de sus relaciones con otras materias y con el ámbito profesional. Las tareas derivadas de estas actividades podrán ser evaluadas y suponer una nota extra sobre la nota final de la asignatura (hasta un máximo de 0.5 puntos).

Estos puntos extra sólo se sumarán a la calificación final si ésta es mayor o igual a 5, tanto en 1<sup>a</sup> convocatoria, como en 2<sup>a</sup>. Es decir, CALIFICACIÓN GLOBAL (CG) = CALIFICACIÓN FINAL (CF) + PUNTOS EXTRA (hasta 0.5 máximo, si CF ≥ 5).

# Planificación y calendario

## Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que el estudiante debe dedicar a esta asignatura, 6 ECTS, un total de 150 horas que englobarán actividades presenciales y no presenciales.

Tipo actividad/Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
<b>Actividad Presencial</b>																					<b>64</b>
<b>Presentación</b>	1																				1
<b>Teoría</b>	1	2	2	2	2	2	1		2	2	2	2	1	2	1	3					<b>27</b>
<b>Problemas</b>	2	1	2	2					2	2				1							<b>12</b>
<b>Prácticas laboratorio</b>			2			2															<b>4</b>
<b>Prácticas ordenador</b>														2		2	2				
<b>Trabajos tutelados</b>		1			0,5	0,5					0,5	0,5	3								<b>6</b>
<b>Visitas</b>									4												<b>4</b>
<b>Evaluación</b>																		4			<b>4</b>
<b>Actividad No Presencial</b>																					<b>86</b>
<b>Trabajo individual</b>	4	4	3	3	3	3	6	8	2	3	3	3	2	5	5	5	7	5			<b>74</b>
<b>Trabajo en grupo</b>				1	1	1	1		2	1	1	1	2								<b>12</b>
<b>TOTAL</b>	7	8	8	9	7	7	8	8	6	13	6	8	7	9	11	9	6	13	0	0	<b>150</b>

Prácticas de laboratorio

Prácticas de ordenador

Vacaciones

Presentación de trabajos/entrega versiones definitivas trabajo escrito y presentación

Período de exámenes 31 de mayo a 25 de junio

Visita

Concertar con el tutor

<sup>1</sup>Calendario provisional orientativo. En este cronograma se indican las actividades formativas presenciales y no presenciales. Dentro de las no presenciales se contemplan el estudio de la materia (la asistencia a seminarios se considerarán como actividad complementaria de estudio) y la realización de los trabajos y las tareas planteadas. El calendario de las clases se ajustará al calendario lectivo de la Universidad de Zaragoza. El [horario de la asignatura](#) y aula de clase se pueden consultar en la página web de la EPSH, así como el [horario de tutorías](#) y el [calendario de exámenes](#).

Toda la información de la asignatura se presentará el primer día de clase de cada curso y estará a disposición de los estudiantes en el curso correspondiente de la plataforma del ADD [Moodle](#).

## Programa de la asignatura

### Programa de teoría

#### **MÓDULO 1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

**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.

## **MÓDULO 2. ANÁLISIS Y SEGUIMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

**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.

## **MÓDULO 3. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

**Tema 6. Métodos de control de la contaminación atmosférica.** Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero en procesos industriales.

## **Programa de prácticas**

1. Medición de contaminantes gaseosos: tubos colorimétricos de corto alcance.
2. Manejo del luxómetro para la evaluación del nivel de iluminancia y de sensores de gases y partículas.
3. Modelos Gaussianos de dispersión para contaminantes atmosféricos gaseosos. Aplicación a fuentes emisoras instantáneas (puff).
4. Modelos Gaussianos de dispersión para contaminantes atmosféricos gaseosos. Aplicación a fuentes emisoras continuas (pluma).
5. Modelos Gaussianos de dispersión para contaminantes atmosféricos gaseosos. Aplicación a contaminantes más densos que el aire.

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

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