



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria,
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.
Módulo Específico en Tecnología Agraria, Alimentaria y Forestal

**PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA DE LA UNIDAD DE TRABAJO
“EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFERICOS” DE LA F.P.
DE GRADO SUPERIOR EN QUÍMICA AMBIENTAL DEL I.E.S.
RAMÓN Y CAJAL (VALLADOLID)**

Alumno: Nuria Pérez López

Tutor: D. Agustín León Alonso- Cortés

Junio 2018

RELACIÓN DE DOCUMENTOS

Documento 1: Memoria

Documento 2: Anexos

MEMORIA

RESUMEN

En este documento expongo mi Trabajo Fin de Máster para el *Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas ,especialidad en Tecnología Agraria, Alimentaria y Forestal*.

El trabajo consiste en la programación didáctica de la Unidad de Trabajo “Efectos de los contaminantes atmosféricos”, correspondiente al Módulo Profesional “Control de emisiones a la atmósfera” referentes al *Ciclo Formativo de Grado Superior en Química Ambiental*.

A lo largo del trabajo se desarrollan los contenidos, los objetivos, las competencias y la metodología correspondiente, junto con el desarrollo de las actividades a realizar y recursos materiales empleados. Estas actividades estarán acompañadas de presentaciones PowerPoint y todo tipo de anexos necesarios para la impartición de la Unidad Didáctica.

He tratado de implementar todo mi trabajo basándome en la experiencia del período de prácticas, así como los conocimientos adquiridos a lo largo de la impartición del Master, tratando de aplicar actividades de innovación docente y el uso de las TIC’s.

Índice

1.	JUSTIFICACIÓN.....	5
2.	IDENTIFICACIÓN DEL TÍTULO.....	6
3.	COMPETENCIAS DEL CICLO	7
4.	OBJETIVOS DEL CICLO.....	7
4.1	Objetivos generales.....	7
5.	CONTENIDOS.....	8
5.1	Contenidos del módulo.....	8
5.2	Secuenciación y temporalización de las unidades de trabajo.....	10
5.3	Unidades de trabajo.....	11
6.	EL CENTRO.....	18
6.1	Análisis del contexto socioeducativo	18
6.2	Oferta educativa del centro	20
6.3	Instalaciones.....	22
6.4	Horario escolar	23
6.5	Organización y gestión del Centro	23
6.8	Documentos básicos del centro.	31
7.	DISEÑO DE LA PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA.....	32
7.1	Identificación de la Unidad de Trabajo	32
7.2	Objetivos	32
7.3	Competencias.....	34
7.4	Contenidos	35
7.5	Metodología	36
7.5.1.	Metodología general	36
7.6	Metodología de las Unidades de trabajo	37
7.7	Desarrollo de actividades	37
7.8	Evaluación	43
7.8.1	Evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.....	43
7.8.2	Evaluación del proceso de enseñanza por parte del profesor	44
7.8.3	Criterios de evaluación.....	45
7.8.4	Criterios de calificación	47
7.9	Atención a la diversidad	50

7.10	Evaluación de la unidad.....	51
8.	MEDIDAS DE INNOVACIÓN DOCENTE.....	56
9.	CONCLUSIONES.....	57
10.	BIBLIOGRAFIA Y RECURSOS WEB.....	57

Índice de tablas:

Tabla 1.	Plan de estudios.....	6
Tabla 2.	Temporalización de las unidades de trabajo.....	10
Tabla 3.	Unidad de trabajo 1.....	11
Tabla 4.	Unidad de trabajo 2.....	12
Tabla 5.	Unidad de trabajo 3.....	13
Tabla 6.	Unidad de trabajo 4.....	13
Tabla 7.	Unidad de trabajo 5.....	14
Tabla 8.	Unidad de trabajo 6.....	14
Tabla 9.	Unidad de trabajo 7.....	15
Tabla 10.	Unidad de trabajo 8.....	16
Tabla 11.	Unidad de trabajo 9.....	17
Tabla 12.	Horario escolar.....	23
Tabla 13.	Organización del centro.....	23
Tabla 14.	Encuadre de la unidad didáctica.....	32
Tabla 15.	Relación de actividades.....	37
Tabla 16.	Actividad 1.....	38
Tabla 17.	Actividad 2.....	39
Tabla 18.	Actividad 3.....	40
Tabla 19.	Actividad 4.....	41
Tabla 20.	Actividad 5.....	42
Tabla 21.	Tabla de ponderación.....	49
Tabla 22.	Tabla de evaluación actividad 1.....	51
Tabla 23.	Tabla de evaluación actividad 2.....	52
Tabla 24.	Tabla de evaluación actividad 3.....	53
Tabla 25.	Tabla de evaluación actividad 4.....	54
Tabla 26.	Tabla de evaluación actividad 5.....	55

Índice de figuras:

Figura 1. Locación del centro	19
Figura 2. Oferta educativa	20

1. JUSTIFICACIÓN

La realización de este trabajo es condición indispensable para superar la asignatura “Trabajo Fin de Master” de 6 créditos ECTS , perteneciente al Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Módulo Específico en Tecnología Agraria, Alimentaria y Forestal.

Tras haber realizado las prácticas en I.E.S. Ramón y Cajal de Valladolid”, concretamente en el Ciclo Formativo de Grado Superior de Química Ambiental voy a desarrollar una Unidad de Trabajo, concretamente la de “Efectos de los contaminantes atmosféricos”.

Este documento nace como propuesta de una carencia detectada durante el desarrollo del Practicum, que no es otra que la escasa innovación docente en las clases, se trata de un centro donde se utiliza principalmente la impartición de clases de forma tradicional.

2. IDENTIFICACIÓN DEL TÍTULO

La identificación del ciclo queda refleja en:

- o R.D. 812/ 1993 por el que se establece el Título de Técnico Superior en Química Ambiental y sus correspondientes enseñanzas mínimas.
- o R.D. 1071/ 1993 por el que se establece el Currículo del Ciclo Formativo de Grado Superior correspondiente al Título de Técnico Superior en Química Ambiental.

PLAN DE ESTUDIOS:

1º CURSO (960 horas)	
MÓDULO PROFESIONAL	CENTRO EDUCATIVO Horas/ semanas
Organización y gestión de la protección medioambiental	5
Control de emisiones a la atmósfera	4
Control de residuos	5
Depuración de aguas	8
Seguridad Química e Higiene Industrial	4
Formación y Orientación Laboral	2
Relaciones en el entorno de trabajo	2

SEGUNDO CURSO (440 horas)		
MÓDULO PROFESIONAL	CENTRO EDUCATIVO Horas/ semanas	Centro de trabajo 1 Trimestre (horas)
Formación en centros de trabajo		440

Tabla 1. Plan de Estudios.

3. COMPETENCIAS DEL CICLO

Se establecen las siguientes unidades de competencia, donde resalto la competencia que compete al módulo profesional en la que está encuadrada nuestra unidad de trabajo a desarrollar a lo largo de la memoria:

- o Organizar y gestionar los medios y medidas de protección química ambiental.
- o **Controlar las emisiones a la atmósfera.**
- o Controlar los residuos sólidos.
- o Controlar el tratamiento de aguas residuales.
- o Cumplir las normas de seguridad en el trabajo químico y controlar la higiene química ambiental.

4. OBJETIVOS DEL CICLO

4.1 Objetivos generales

El alumnado al terminar este Ciclo Formativo deberá ser capaz de:

- a. Analizar las normas y regulaciones medioambientales que afectan a la industria química, tanto nacional como internacional identificando y seleccionando la específica para los procesos de control ambiental, valorando la importancia de los procedimientos de prevención y conservación del medio ambiente.
- b. Analizar y, en su caso, realizar los tratamientos necesarios, de los posibles elementos contaminantes del aire, el suelo y/o el agua, a través de las emisiones de vertidos y residuos, de los procesos industriales, disminuyendo los riesgos medioambientales, tanto para la población laboral como para las personas del entorno.
- c. Interpretar, analizar y realizar los procedimientos analíticos y ensayos de los contaminantes emitidos por la industria, seleccionando los procedimientos técnicos, registrando los datos en sus soportes adecuados, procesando y evaluando los resultados, de forma que permitan la aplicación de medidas de control medioambiental.

- d. Utilizar con autonomía las estrategias características del método científico y, los procedimientos propios de su sector, para tomar decisiones frente a problemas concretos o supuestos prácticos, en función de datos o informaciones conocidos, valorando los resultados previsibles que de su actuación pudieran derivarse.
- e. Comprender el marco legal. económico y organizativo que regula y condiciona la actividad industrial, identificando los derechos y las obligaciones que se derivan de las relaciones laborales, adquiriendo la capacidad de seguir y mejorar los procedimientos establecidos y de actuar proponiendo soluciones a las anomalías que pueden presentarse en los mismos.
- f. Analizar, adaptar y, en su caso, generar documentación técnica imprescindible en la formación y adiestramiento de profesionales a su cargo.
- g. Seleccionar y valorar críticamente las diversas fuentes de información relacionada con su profesión, que le permitan el desarrollo de su capacidad de autoaprendizaje y posibiliten la evolución y adaptación de sus capacidades profesionales a los cambios tecnológicos y organizativos del sector.

5. CONTENIDOS

5.1 Contenidos del módulo

Según el R.D.1071/ 1993, donde se establece el Currículo del Título de Técnico Superior en Química Ambiental, los contenidos de este módulo son:

- 1) Los gases como contaminantes:
 - a) Variables en el estudio de los gases, tipos de soluciones gaseosas y unidades para expresar los contaminantes de una mezcla gaseosa.
 - b) Contaminación del aire:
 - i) Características del medio físico-atmosférico (composición, estructura, etc.)
 - ii) Modelos de dispersión de gases.
 - iii) Contaminantes primarios del aire (formación del “smog”, monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, partículas en suspensión).
 - iv) Fuentes de contaminación del aire.

- v) Contaminantes secundarios (formación del “smog” fotoquímico, oxidantes fotoquímicos y macropartículas secundarias).
 - vi) Emisiones e inmisiones.
- 2) Tratamiento y control de la contaminación del aire.
- a) Operaciones básicas más utilizadas en la contaminación atmosférica (filtración, precipitación, etc.).
 - b) Tratamiento y control de las emisiones de automóviles (catalizadores).
 - c) Control de las emanaciones industriales (condensación y dilución, chimeneas, métodos químicos, precipitadores electrostáticos).
- 3) Estimación de los niveles de contaminación producidos. Redes de vigilancia.
- a) Equipos de medición de la calidad del aire.
 - b) Técnicas analíticas del control de emisiones:
 - i) Extracción y acondicionamiento de muestra.
 - ii) Examen de sólidos: instrumentales, microscópicos y análisis químico de elementos.
 - iii) Métodos instrumentales directos.
 - iv) Cromatografía de gases.
 - v) Métodos químicos de análisis aplicables.
 - vi) Analizadores automáticos.
 - vii) Detección de gases explosivos y tóxicos.
- 4) Normas y legislación aplicable a la contaminación del aire.
- a) Auditoría medioambiental sobre contaminación atmosférica: fases, identificación de contaminantes, características del medio físico, modelizaciones, estimación de niveles de contaminación, estimación de efectos.
 - b) Valores límite de emisión de contaminantes.

5.2 Secuenciación y temporalización de las unidades de trabajo.

UNIDADES DE TRABAJO	HORAS	EVALUACION
U.T. 1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	6	1ª
U.T. 2 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA	17	1ª
U.T. 3 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PRIMARIOS	17	1ª
U.T.4 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS SECUNDARIOS	6	2ª
U.T. 5 FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	10	2ª
U.T. 6 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	12	2ª
U.T. 7 DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	17	3ª
U.T. 8 CONTROL DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	17	3ª
U.T. 9 MEDIDA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	26	3ª
TOTAL HORAS:		128 HORAS

Tabla 2. Temporalización de las unidades de trabajo

5.3 Unidades de trabajo.

UNIDAD DE TRABAJO	DENOMINACIÓN	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTO
1	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	<ol style="list-style-type: none"> 1) Contaminación ambiental. 2) Legislación atmosférica. 3) Contaminantes atmosféricos. 4) Expresión de las medidas de concentración atmosférica. 5) Los contaminantes atmosféricos gaseosos: <ol style="list-style-type: none"> a) Leyes de los gases. b) Gases ideales. 6) Resolución de ejercicios. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Explicar el concepto de contaminación ambiental. 2) Legislación actualizada relacionada con la contaminación atmosférica. 3) Citar los tipos de contaminantes atmosféricos. 4) Citar las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos. 5) Explicar el concepto de emisión e inmisión. 6) Explicar las diferentes unidades de concentración con las que se trabaja en la química atmosférica. Realizar cambios de unidades. 7) Explicar la química de los gases. 8) Resolver ejercicios utilizando las leyes de los gases y de las reacciones químicas.

Tabla 3. Unidad de trabajo 1.

UNIDAD DE TRABAJO	DENOMINACIÓN	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTO
2	ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA	<ol style="list-style-type: none"> 1) Características de la atmósfera. 2) Composición de la atmósfera: <ol style="list-style-type: none"> a) Según el tiempo de permanencia . b) Según su composición. 3) Estructura de la atmósfera. 4) Radiaciones en la atmósfera. <ol style="list-style-type: none"> a) Tipos de radiaciones en la atmósfera. b) Balance energético. 5) Ciclos biogeoquímicos terrestres. <ol style="list-style-type: none"> a) Ciclo del carbono. b) Ciclo del nitrógeno. c) Ciclo del azufre. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Describir las características del medio físico-atmosférico. 2) Describir la composición del aire troposférico. 3) Analizar la estructura de la atmósfera. 4) Explicar la radiación electromagnética , explicando los balances de energía a los que da lugar. 5) Describir los ciclos biogeoquímicos que más influyen en la contaminación atmosférica: del carbono, del nitrógeno y del azufre.

Tabla 4. Unidad de trabajo 2

UNIDAD DE TRABAJO	DENOMINACIÓN	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTO
3	CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PRIMARIOS	1) Introducción. 2) Contaminantes atmosféricos primarios: 1.1. Óxidos de S y otros compuestos de S. 1.2. Óxidos de N y otros compuestos de N. 1.3. Compuestos de C: a) Óxidos de C. b) Compuestos orgánicos volátiles. c) Hidrocarburos aromáticos policíclicos y compuestos orgánicos persistentes. 1.4. Metales y sus compuestos. 1.5. Material particulado. 1.6. Halogenados y sus compuestos.	1) Explicar que se entiende por contaminante primario. 2) Analizar los distintos tipos de contaminantes primarios conforme se recoge en la legislación vigente.

Tabla 5. Unidad de trabajo 3

UNIDAD DE TRABAJO	DENOMINACIÓN	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS
4	CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS SECUNDARIOS	1) Contaminantes atmosféricos secundarios: a) Oxidantes fotoquímicos i) O ₃ troposférico ii) P.A.N. iii) Radicales libres	1) Analizar los distintos tipos de contaminantes atmosféricos secundarios en especial los oxidantes fotoquímicos (O ₃ troposférico, P.A.N. y radicales libres).

Tabla 6. Unidad de trabajo 4

UNIDAD DE TRABAJO	DENOMINACIÓN	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS
5	FUENTES DE EMISIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1) Conceptos sobre las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos. 2) Fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos: <ol style="list-style-type: none"> a) Fuentes móviles: <ol style="list-style-type: none"> i) Transporte por carretera. ii) Transporte por aire y agua. b) Fuentes fijas. 3) Cuestiones y problemas de contaminación atmosférica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Analizar las diferentes fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos. 2) Relacionar las principales fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos con el problema de la contaminación atmosférica. 3) Resolver problemas matemáticos sobre contaminación atmosférica.

Tabla 7. Unidad de trabajo 5

UNIDAD DE TRABAJO	DENOMINACIÓN	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS
6	EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1) Introducción. 2) Efectos según el radio de acción: <ol style="list-style-type: none"> a) A escala local: <ol style="list-style-type: none"> i) Nieblas contaminantes o Smog. b) A escala regional: <ol style="list-style-type: none"> i) Lluvia ácida. c) A escala global: <ol style="list-style-type: none"> i) Destrucción de la capa de O₃ estratosférico. ii) Efecto invernadero. 3) Efectos según el tiempo de percepción: <ol style="list-style-type: none"> a) A largo plazo: <ol style="list-style-type: none"> i) Cambio climático b) A corto plazo: <ol style="list-style-type: none"> i) Daños sobre la salud humana ii) Daños sobre los seres vivos iii) Daños sobre los bienes materiales 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Describir los principales efectos que producen los contaminantes atmosféricos tanto a escala global como regional y local (disminución de la capa de ozono, efecto invernadero, lluvia ácida y smog tanto sulfuroso como fotoquímico). 2) Describir los principales efectos que producen los contaminantes atmosféricos tanto sobre la atmósfera, el hombre, la vegetación y los bienes materiales.

Tabla 8. Unidad de trabajo 6

UNIDAD DE TRABAJO	DENOMINACIÓN	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTO
7	DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1) Introducción. 2) Variables dinámicas de la atmósfera: <ol style="list-style-type: none"> a) Temperatura. b) Humedad. c) Presión atmosférica. 3) Dispersión de los contaminantes atmosféricos: <ol style="list-style-type: none"> a) Escala global. b) Escala regional. c) Escala local: <ol style="list-style-type: none"> i) Estabilidad atmosférica. ii) Altura de chimeneas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Explicar los conceptos de fenómenos atmosféricos, meteorología y climatología. 2) Conocer las diferentes variables dinámicas de la atmósfera, con el fin de conocer su influencia en los climas planetarios: <ol style="list-style-type: none"> a) Explicar la diferencia de temperaturas planetarias. b) Explicar las diferentes formaciones atmosféricas relacionadas con la humedad. Tipos de nubes. c) Explicar los diferentes vientos a escala global, regional y local. 3) Determinar la influencia de los diferentes factores meteorológicos sobre las condiciones de dispersión de los contaminantes. 4) Estudiar las posibles inversiones térmicas que pueden aparecer en el medio atmosférico. 5) Cálculo de altura de chimeneas.

Tabla 9. Unidad de trabajo 7

UNIDAD DE TRABAJO	DENOMINACIÓN	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTO
8	CONTROL DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1) Introducción. 2) Métodos de control de los contaminantes atmosféricos. 3) Control de los contaminantes atmosféricos: <ol style="list-style-type: none"> a) Control de partículas: <ol style="list-style-type: none"> i) Separador mecánico sedimentario ii) Separadores por impacto: gravedad e inerciales iii) Separadores centrífugos: ciclones iv) Separadores por vía húmeda v) Separadores por filtración vi) Separadores por precipitación electrostática vii) Aglomeradores sónicos por ultrasonidos b) Control de vapores y gases: <ol style="list-style-type: none"> i) Tratamiento de vapores ii) Tratamiento de gases 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Describir los métodos intrínsecos y extrínsecos para el control de emisiones a la atmósfera. 2) Describir las etapas de las que consta el diseño de un sistema de control de emisiones a la atmósfera 3) Identificación de las principales tecnologías de depuración de partículas de contaminantes atmosféricos (sedimentación, impacto, ciclones, por vía húmeda, filtros, electrostáticos, ultrasonidos) 4) Cálculo de los rendimientos de los sistemas de depuración. 5) Cálculo de la pérdida de carga y variación de otros parámetros provocado por la inclusión dentro de un proceso de un sistema de captación de contaminantes. 6) Identificación de las principales tecnologías de depuración de gases y de vapores contaminantes. 7) Determinación de la eficacia de los sistemas de depuración.

Tabla 10. Unidad de trabajo 8

UNIDAD DE TRABAJO	DENOMINACIÓN	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTO
9	MEDIDA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	<ol style="list-style-type: none"> 1) Introducción. 2) Toma, conservación y transporte de muestras atmosféricas <ol style="list-style-type: none"> a) Toma de muestras atmosféricas b) Conservación y transporte de muestras atmosféricas 3) Legislación 4) Medida de la calidad del aire <ol style="list-style-type: none"> a) Red de control de la contaminación atmosférica: rcca b) Situaciones de emergencia 5) Problemas sobre la medida de la contaminación atmosférica 6) Determinaciones prácticas de la contaminación atmosférica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Toma de muestra para la realización de medidas tanto de emisión como de inmisión. 2) Métodos de medida de los niveles de emisión. Conocimiento de los analizadores automáticos para la realización de los análisis de contaminantes químicos. 3) Métodos de medida de la calidad del aire. 4) Trabajo con la legislación vigente sobre contaminación atmosférica. 5) Explicación de la R.C.C.A. 6) Explicación de las medidas a tomar en situaciones de emergencia. 7) Resolución de problemas sobre la medida de la contaminación atmosférica. 8) Realización de diferentes métodos de análisis de contaminantes atmosféricos tanto en el laboratorio químico como en el laboratorio microbiológico.

Tabla 11. Unidad de trabajo 9

6. EL CENTRO

Previamente al desarrollo de esta Unidad de Trabajo (en adelante U.T.) se va a analizar la historia, la situación actual y el contexto del Centro donde se imparte la docencia.

6.1 Análisis del contexto socioeducativo

La población actual del barrio de las Delicias está formada por 27.538 habitantes según el censo del [Ayuntamiento de Valladolid](#) en el padrón municipal de 2015. El barrio muestra, además, un envejecimiento de la población, lo que ha provocado una disminución del número de alumnos en la enseñanza secundaria.

El Barrio de Las Delicias nace a comienzos del [siglo XX](#) dentro de la capital vallisoletana. Es el primer barrio que se ubica en el cinturón exterior de las vías del tren, por lo que los nuevos vecinos de Las Delicias ocuparon tierras de labor de forma ilegal.

Durante los años 30 el barrio fue presa de la [especulación inmobiliaria](#), frenada por la situación de [posguerra](#) que atravesaba el país.

Las Delicias, fue el primer barrio al otro lado del cinturón que formaban las vías del tren en la capital del [Pisuerga](#). Esto, desde el principio, fue un problema para los vecinos que día tras día se veían obligados a cruzar las vías para pasar al otro lado de la ciudad. Tras numerosas muertes por atropellamiento en las vías, y el poco uso de la pasarela instalada junto al paso a nivel del Portillo de la Merced, el Ayuntamiento accedió a crear en los años 50 dos túneles que dieran paso a vehículos y peatones, sin necesidad de jugarse la vida cruzando la vía del tren. El paso de peatones entró en servicio el 9 de mayo de 1952, mientras que el de vehículos se inauguró el 18 de marzo de 1953.³ Fue a partir de ese momento, cuando el barrio comenzó su crecimiento más importante. Gente proveniente de las zonas rurales de las provincias de [Segovia](#), [Zamora](#), [Palencia](#), [León](#) y la propia [Valladolid](#).

Durante los años 50 y 60, la masiva llegada de población de las zonas rurales, hizo que una necesidad de vivienda urgente, obligara al Ayuntamiento a facilitar las condiciones de construcción en el barrio. Esto fue aprovechado por las constructoras, que rápidamente

ocuparon el terreno y construyeron un gran número de viviendas, entre las que se encuentran las viviendas sociales del complejo de "Las Viudas", construidas en 1962 por el gobierno [franquista](#) para las viudas de la [Guerra Civil Española](#). Las casas construidas, debido a las subvenciones otorgadas y a lo barato de sus precios, fueron rápidamente ocupadas. Un año antes se habilitaron viviendas en el poblado industrial Arca Real. En 1962 se construyeron 600 viviendas en el el polígono Jesús Aramburu. El siguiente grupo de viviendas levantado en el barrio fue el poblado Canterac (440 viviendas) en 1964, mientras que para los trabajadores de la factoría de [Renault](#) en Valladolid, más conocida como [FASA](#), se construyó entre 1965-1966 el asentamiento homónimo.¹ La rápida construcción, hizo que no se dejara espacio para complejos sanitarios, institutos o colegios. Esto fue solucionado, construyendo instalaciones deportivas, complejos sanitarios e institutos en el [Paseo de Juan Carlos I](#).

Actualmente es el barrio vallisoletano que concentra mayor [población inmigrante](#), con una cifra de 2.088 personas (en su mayoría provenientes de [Bulgaria](#), [Rumanía](#) y [Marruecos](#)).



Figura 1. Localización del centro

6.2 Oferta educativa del centro

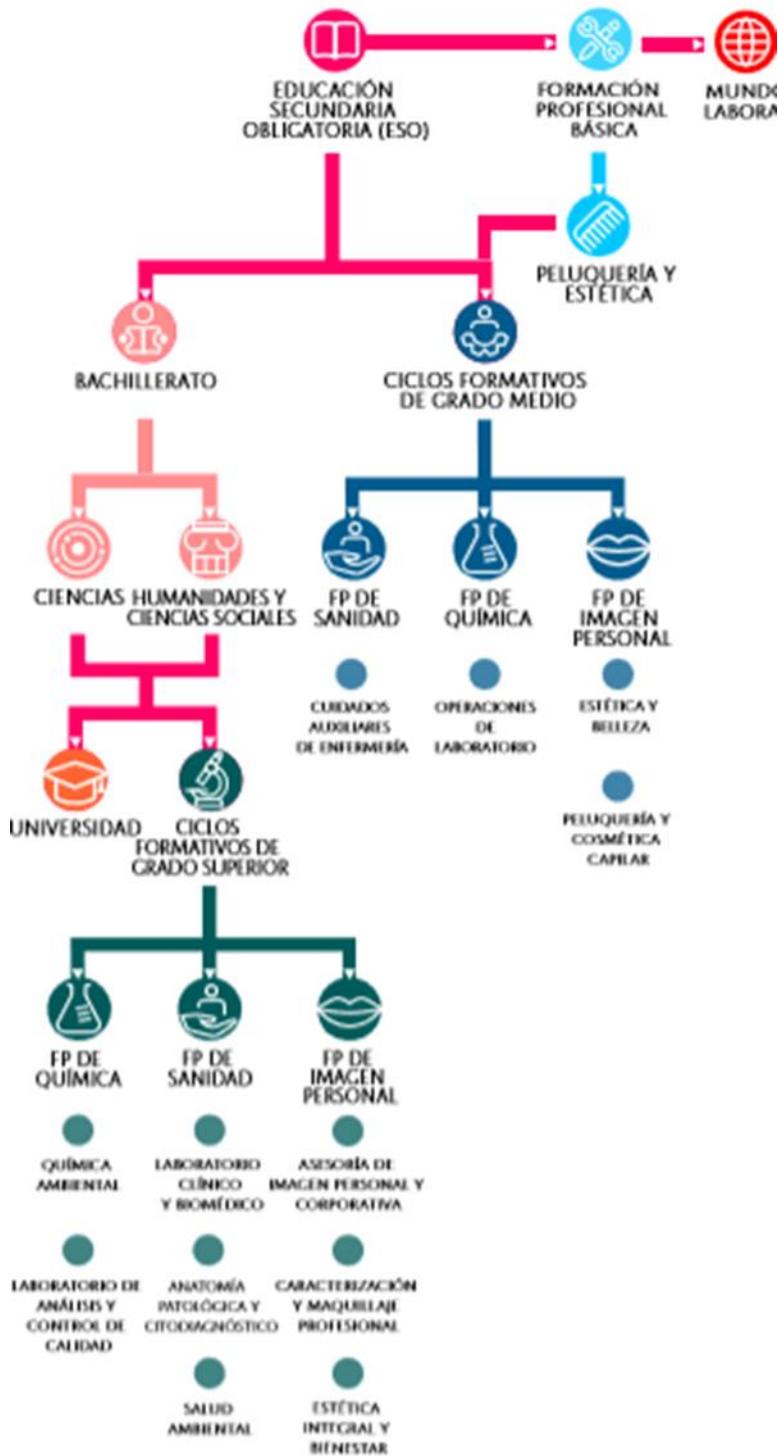


Figura 2. Oferta educativa del centro

En primer lugar se van a describir las vías de acceso a los títulos de grado medio (TGM) y de grado superior (TGS), indicando en cada caso las vías de acceso más frecuentes de los alumnos: Para los TGM, los alumnos deben cumplir los siguientes requisitos:

- Estar en posesión del título de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria o de un nivel académico superior.
- Estar en posesión de un Título Profesional Básico (Formación Profesional Básica).
- Estar en posesión de un título de Técnico o de Técnico Auxiliar o equivalente a efectos académicos.
- Haber superado el segundo curso del Bachillerato Unificado y Polivalente (BUP).
- Haber superado la prueba de acceso a ciclos formativos de grado medio (se requerirá tener, al menos, diecisiete años, cumplidos en el año de realización de la prueba).
- Haber superado la prueba de acceso a la Universidad para mayores de 25 años.

En general, los alumnos de los TGM del IES “Ramón y Cajal” acceden a través del Título de Graduado en ESO y a través de la prueba de acceso a ciclos formativos de grado medio .Muchos de ellos vienen “rebotados” de centros de ESO tras un periodo de fracasos continuados durante esta etapa formativa.

En segundo lugar, para acceder a los TGS es necesario cumplir alguno de los siguientes requisitos:

- Estar en posesión del Título de Bachiller, o de un certificado acreditativo de haber superado todas las materias del Bachillerato
- Haber superado el segundo curso de cualquier modalidad de Bachillerato experimental.
- Estar en posesión de un Título de Técnico (Formación Profesional de Grado Medio)*.
- Estar en posesión de un Título de Técnico Superior, Técnico Especialista o

equivalente a efectos académicos.

- Haber superado el Curso de Orientación Universitaria (COU).
- Estar en posesión de cualquier Titulación Universitaria o equivalente.
- Haber superado la prueba de acceso a ciclos formativos de grado superior (se requiere tener al menos 19 años en el año que se realiza la prueba o 18 para quienes poseen el título de Técnico).
- Haber superado la prueba de acceso a la Universidad para mayores de 25 años.

En general, los alumnos de los TGS acceden a través del Título de Técnico (FPGM), aunque algunos de ellos están accediendo procedentes de la Universidad, bien sea por no haber completado el título o porque, aun estando en posesión de un Grado Universitario, no encuentran posibilidades de empleo y prefieren cursar este tipo de formación más práctica.

Tras esta breve aclaración, preciso indicar que en la rama profesional se Química se acoge en el presente curso académico a un total de 120 alumnos procedentes de varias provincias de Castilla y León: Valladolid, León, Salamanca, Zamora, Palencia, Burgos.

6.3 Instalaciones.

Distribuidas en más de 10.000 m² en tres inmuebles en un entorno ajardinado, uno de ellos totalmente accesible para personas con minusvalía (rampa, ascensor)

- Aulas específicas para Música, Plástica y Tecnología. Tres aulas específicas de Informática
- Sala de usos múltiples de gran capacidad (eventos, conferencias, ...)
- Aulas con pizarra digital para 1º y 2º de ESO, el resto con con equipos de proyección e internet.
- Laboratorios de Biología y Geología, Física y Química, Idiomas y Fotografía.
- Talleres y laboratorios específicos para los Ciclos Formativos de Formación Profesional.
- Polideportivo y gimnasio cubiertos. Pistas deportivas al aire libre.
- Dos conserjerías en sendos pabellones como puntos de información y control.
- Cafetería
- Amplio aparcamiento de automóviles. Aparcamiento de bicicletas.

6.4 Horario escolar

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
8:15 9:05	Depuración de agua.	Depuración. Aguas.	Seguridad Química e Higiene	Depuración de aguas.	Deuración de aguas
9:05 10:00		Control de residuos	Control residuos.		
10:00 10:55		Control de residuos	FOL	Control de residuos	RELT
RECREO					
11:25 12:15	Control de Emisión atmosférica	Seguridad química e Higiene	FOL	Control de Residuos	RELT
12:15 13:10		Organización gestión ambiental	Control de emisión atmosférica.	Seguridad Química e Higiene	Organización gestión ambiental
13:10 14:05	Organización gestión ambiental				

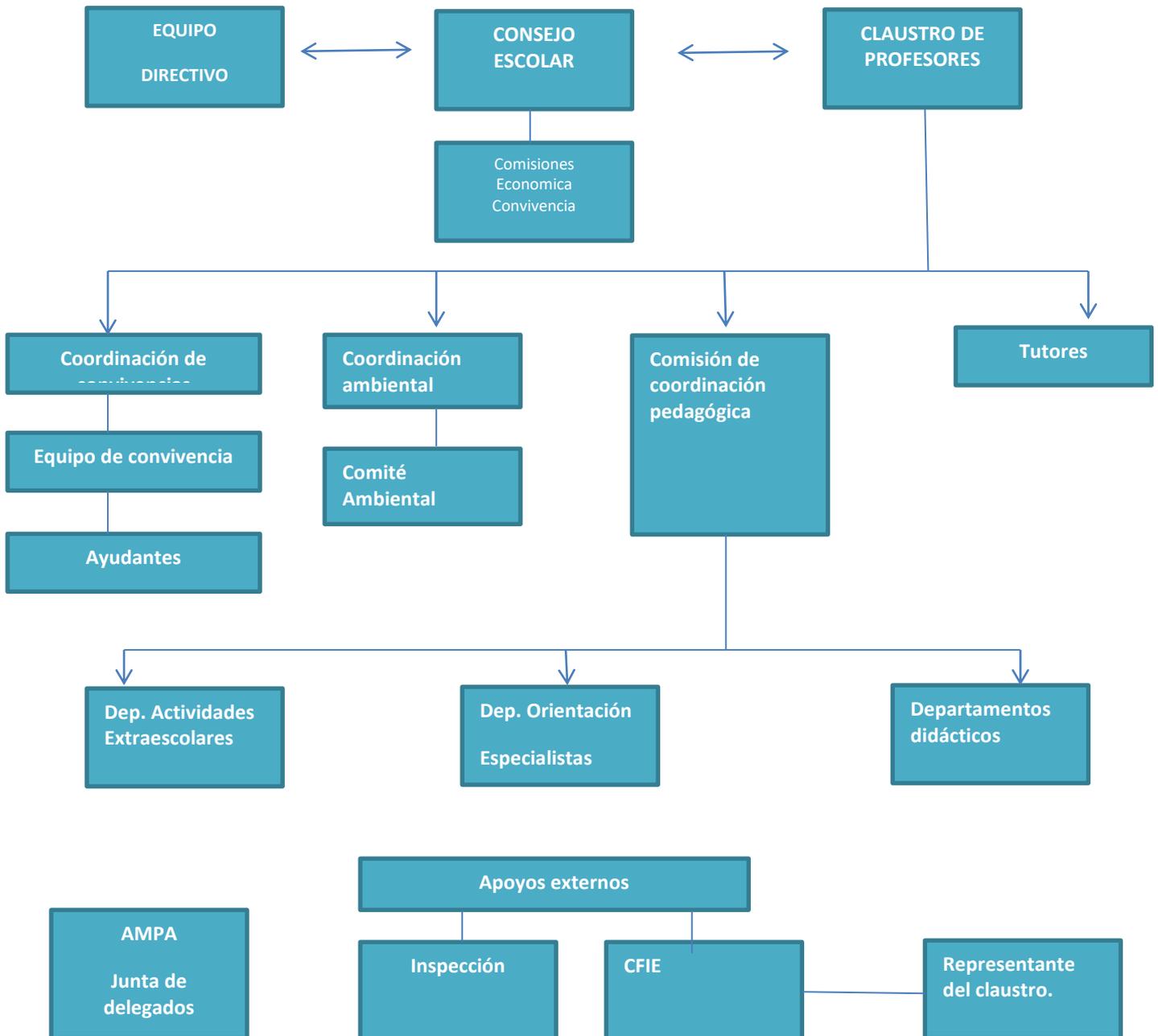
Tabla 12. Horario escolar.

6.5 Organización y gestión del Centro

Director	Marcelino Ángel Domínguez
Secretario	Juan Carlos Villacorta
Jefe de Estudios	Antonio López
	Mercedes Rivera
Jefes de estudios adjuntos	María Ángeles López
	David Romera
	M ^a Carmen Vallejo

Tabla 13. Organización del centro.

I.E.S. RAMÓN Y CAJAL



DIRECTOR:

Competencias:

- Ostentar la representación del instituto y representar oficialmente a la Administración educativa en el instituto, sin perjuicio de las atribuciones de las demás autoridades educativas.
- Cumplir y hacer cumplir las leyes y demás disposiciones vigentes.
- Dirigir y coordinar todas las actividades del instituto, de acuerdo con las disposiciones vigentes, sin perjuicio de las competencias de los restantes órganos de gobierno.
- Colaborar con los órganos de la Administración educativa en todo lo relativo al logro de los objetivos del centro, así como formar parte de los órganos consultivos de la Dirección Prov. que se establezcan al efecto.
- Ejercer la jefatura de todo el personal adscrito al instituto y controlar la asistencia al trabajo. Aplicar el régimen disciplinario a todo el personal adscrito al instituto, así como realizar la propuesta, cuando corresponda, de incoación de expedientes.
- Mantener las relaciones administrativas con la Dirección Prov. y proporcionar la información que le sea requerida por las autoridades educativas competentes
- Gestionar los medios materiales del instituto.
- Autorizar los gastos de acuerdo con el presupuesto del instituto y ordenar los pagos.
- Visar las certificaciones y documentos oficiales del instituto.
- Designar y proponer el cese de los restantes miembros del equipo directivo, salvo el administrador, así como designar y cesar a los jefes de departamento y a los tutores.
- Ejecutar, en el ámbito de su competencia, los acuerdos de los órganos colegiados.
- Fomentar y coordinar la participación de los distintos sectores de la comunidad educativa y procurar los medios precisos para la más eficaz ejecución de sus

- respectivas competencias, garantizando el derecho de reunión de profesores, alumnos, padres y personal de administración y servicios.
- Elaborar, con el resto del equipo directivo, la propuesta del proyecto educativo y de la programación general anual del instituto, de acuerdo con las directrices y criterios establecidos por el C.E. y con las propuestas del Claustro y, asimismo, velar por su correcta aplicación.
 - Convocar y presidir los actos académicos, el consejo escolar, el claustro y la comisión de coordinación pedagógica del instituto.
 - Promover e impulsar las relaciones del instituto con las instituciones de su entorno y facilitar la adecuada coordinación con otros servicios formativos de la zona.
 - Elevar al Director Prov. la memoria anual sobre las actividades y situación general del instituto.
 - Promover las relaciones con los centros de trabajo que afecten a la formación de los alumnos y a su inserción profesional, y firmar los convenios de colaboración, una vez informados por el C.E., entre el instituto y los mencionados centros.
 - Facilitar la información sobre la vida del instituto a los distintos sectores de la comunidad escolar.
 - Favorecer la evaluación de todos los proyectos y actividades del instituto y colaborar con la Administración educativa en las evaluaciones externas que, periódicamente, se llevan a cabo.
 - Favorecer la convivencia en el instituto y garantizar el procedimiento para imponer las correcciones que correspondan, de acuerdo con las disposiciones vigentes, con el reglamento de régimen interior y con los criterios fijados por el consejo escolar.
 - Realizar las contrataciones de obras, servicios y suministros de acuerdo con las disposiciones vigentes.

SECRETARIO

Competencias:

- Ordenar el régimen administrativo del instituto, de conformidad con las directrices del director
- Actuar como secretario de los órganos colegiados de gobierno del instituto, levantar acta de las sesiones y dar fe de los acuerdos con el visto bueno del director.
- Custodiar los libros y archivos del instituto.
- Expedir las certificaciones que soliciten las autoridades y los interesados.
- Realizar y mantener actualizado el inventario general del instituto.
- Custodiar y coordinar la utilización de los medios, informáticos, audiovisuales y del resto del material didáctico.
- Ejercer, por delegación del Director y bajo su autoridad, la jefatura del personal de administración y de servicios adscrito al instituto
- Elaborar el anteproyecto de presupuesto del instituto.
- Ordenar el régimen económico, según las instrucciones del Director.
- Realizar la contabilidad. Rendir cuentas a las autoridades correspondientes.
- Velar por el mantenimiento del material, en todos sus aspectos, de acuerdo con las instrucciones del director.
- Participar en la elaboración de la propuesta del proyecto educativo y de la programación general anual, junto con el resto del equipo directivo.
- Cualquier otra función que le encomiende el Director dentro de su ámbito de competencia.

JEFES DE ESTUDIOS

Competencias generales:

- Ejercer, por delegación del Director y bajo su autoridad, la jefatura del personal docente en todo lo relativo al régimen académico.
- Coordinar las actividades: académicas, de orientación y complementarias de profesores y alumnos, en relación con el proyecto educativo, los proyectos curriculares de etapa y la programación general anual. Velar por su ejecución.
- Elaborar, en colaboración con el Equipo Directivo, los horarios académicos de alumnos y profesores de acuerdo con los criterios aprobados por el claustro y con el horario general incluido en la programación general anual, así como velar por su estricto cumplimiento.
- Coordinar las actividades de los Jefes de Departamento.
- Coordinar y dirigir la acción de los tutores.
- Colaborar con el Departamento de Orientación en lo referido al Plan de Orientación académica y profesional y al Plan de Acción Tutorial.
- Coordinar el perfeccionamiento del Profesorado.
- Colaborar con el representante del Claustro en el C.F.I.E. e Planificar y organizar la formación del profesorado realizada desde el propio por el centro.
- Organizar los actos académicos.
- Fomentar la participación de los distintos sectores de la comunidad escolar, especialmente en lo que se refiere al alumnado, facilitando y orientando su organización, y apoyando el trabajo de la junta de delegados.
- Participar en la elaboración de la propuesta del proyecto educativo y de la programación general anual, junto con el resto del equipo directivo.

- Favorecer la convivencia en el instituto y garantizar el procedimiento para imponer las correcciones que correspondan, de acuerdo con las disposiciones vigentes, lo establecido en el reglamento de régimen interior y los criterios fijados por el consejo escolar.
- Cualquier otra función encomendada por el Director de las de su competencia. Competencias específicas e Además de las generales cada Jefe de Estudios, de acuerdo a la planificación general del centro, asumirá las siguientes Jefe de Estudios de E.S.O. y BACHILLERATO e Sustituir al Director en caso de ausencia o enfermedad. e Coordinará e impulsará todo tipo de actividades referidas a estas etapas educativas.
- Dirigirá la acción de los tutores de ESO y Bachillerato en colaboración con el Departamento de Orientación. Coordinará las tareas delegadas al Jefe de Estudios de 1º y 2º de ESO y al de Bachillerato.

Jefe de Estudios de los Ciclos Formativos de Formación Profesional:

- Coordinará e impulsará todo tipo de actividades referidas a esta etapa educativa.
- Dirigirá la acción de los tutores de los Ciclos Formativos. e Impulsará el desarrollo de la Formación en centros de trabajo (FCT) de los alumnos.
- Colaborará con el Departamento de Orientación en la creación de una Bolsa de trabajo para los alumnos.
- Coordinará las tareas delegadas al Jefe de Estudios adjunto para los Ciclos Formativos.

Jefes de Estudios adjuntos para E.S.O. y BACHILLERATO

Habrán dos Jefes de Estudios adjuntos para ESO y Bachillerato, uno para 1º y 2º de ESO y otro para Bachillerato, que asumirán las tareas que les sean encomendadas por el Jefe de Estudios, en lo referente a estas etapas educativas. Un tercer Jefe de Estudios adjunto se ocupará, por delegación, de los Ciclos Formativos de Formación Profesional.

Como características organizativas propias destacan:

- Coordinador/a ambiental que, junto con el Comité Ambiental, son los responsables de proponer, coordinar y dinamizar las actuaciones cuyo objetivo es la educación en el respeto del medio ambiente. Informan a la comunidad educativa del grado de cumplimiento de los objetivos ambientales y se encargan de la gestión de residuos.
- Coordinador/a de convivencia al frente del Equipo de Convivencia. Es responsable de la difusión de las Normas de Convivencia entre los miembros de la comunidad educativa, de formar el grupo de alumnos ayudantes, de mediar en situaciones de conflicto, de organizar actividades para el fomento de la convivencia escolar y de facilitar la evaluación anual de las acciones contempladas en el Plan de Convivencia.
- Coordinador/a del Plan de Fomento de la Lectura, encargada de planificar las actividades de animación a la lectura, de la organización de la biblioteca escolar y de proponer y coordinar actuaciones destinadas a la mejora de la comprensión lectora y de la expresión escrita.
- Coordinador/a de formación, calidad e innovación: es el enlace con CFIE del centro y colabora en la planificación, gestión, desarrollo y evaluación de las actividades formativas que se realizan en el centro, impulsa la mejora de las competencias profesionales del profesorado, coordina los Planes de Formación de Centro y colabora en la promoción de actuaciones relacionadas con la calidad y la innovación educativa.
- Coordinador/a del módulo de Formación en centros de trabajo (FCT), que coordina, dirige y supervisa las actuaciones del profesorado tutor para realizar el seguimiento de este módulo profesional de, de acuerdo con el Plan de Orientación Académica y Profesional y el Plan de Acción Tutorial. También se encarga de facilitar los procedimientos de gestión de la documentación relativa a dicho módulo profesional.

- Coordinador/a de Proyectos Europeos: se encarga de las relaciones internacionales con empresas y centros educativos colaboradores, de informar a los estudiantes de las movilidades, plazos, condiciones, selección, asesoramiento y de apoyar a los tutores en las tareas de seguimiento.

- Coordinador/a de medidas para promover la igualdad real y efectiva entre hombres y mujeres que, entre otras funciones, colabora en la planificación de las actuaciones en materia de igualdad y de prevención de la violencia de género que se desarrollan en el centro.

- Responsable de la Seguridad y Prevención de Riesgos: Se ocupa de informar al profesorado sobre el Plan de Prevención del centro y sobre las actuaciones que guardan relación con la vigilancia e la salud.

- Coordinador/a del programa bilingüe en inglés, responsable del desarrollo de este programa a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria.

- El centro dispone también de diferentes recursos para la atención al alumnado con dificultades de aprendizaje: Apoyo de Educación Compensatoria, Apoyo de Pedagogía Terapéutica y Apoyo de Audición y Lenguaje, todos ellos coordinados por el departamento de Orientación.

6.8 Documentos básicos del centro.

El centro posee como documentos básicos, los siguientes:

- Plan de convivencia.
- Propuesta curricular
- Plan de acción tutorial
- Reglamento de Régimen Interno
- Plan de orientación académica y profesional.
- Programación general anual.

7. DISEÑO DE LA PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA.

7.1 Identificación de la Unidad de Trabajo

La Unidad de Trabajo titulada “Efectos de los contaminantes” pertenece al Modulo Profesional “Control de emisiones a la atmósfera”, del primer curso del “C.F.G.S. en Química Ambiental”, como se ha comentado previamente. Tiene una duración de 12 horas, repartidas en 3 semanas de la 2ª evaluación.

UNIDADES DE TRABAJO	HORAS
U.T. 1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	6
U.T. 2 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA	17
U.T. 3 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PRIMARIOS	17
U.T.4 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS SECUNDARIOS	6
U.T. 5 FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	10
U.T. 6 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	12
U.T. 7 DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	17
U.T. 8 CONTROL DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	17
U.T. 9 MEDIDA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	26

Tabla 14. Encuadre de la unidad didáctica.

7.2 Objetivos

De acuerdo con el Real Decreto 812/1993, de 28 de febrero, por el que se establece el título de “Técnico Superior en Química Ambiental”, los objetivos generales del módulo profesional “Control de Emisiones a la atmósfera” que se desarrollan en esta unidad de trabajo son los siguientes:

- h. Analizar las normas y regulaciones medioambientales que afectan a la industria química, tanto nacional como internacional identificando y seleccionando la específica para los procesos de control ambiental,

valorando la importancia de los procedimientos de prevención y conservación del medio ambiente.

- i. Analizar y, en su caso, realizar los tratamientos necesarios, de los posibles elementos contaminantes del aire, el suelo y/o el agua, a través de las emisiones de vertidos y residuos, de los procesos industriales, disminuyendo los riesgos medioambientales, tanto para la población laboral como para las personas del entorno.
- j. Interpretar, analizar y realizar los procedimientos analíticos y ensayos de los contaminantes emitidos por la industria, seleccionando los procedimientos técnicos, registrando los datos en sus soportes adecuados, procesando y evaluando los resultados, de forma que permitan la aplicación de medidas de control medioambiental.
- k. Utilizar con autonomía las estrategias características del método científico y, los procedimientos propios de su sector, para tomar decisiones frente a problemas concretos o supuestos prácticos, en función de datos o informaciones conocidos, valorando los resultados previsibles que de su actuación pudieran derivarse.
- l. Comprender el marco legal. económico y organizativo que regula y condiciona la actividad industrial, identificando los derechos y las obligaciones que se derivan de las relaciones laborales, adquiriendo la capacidad de seguir y mejorar los procedimientos establecidos y de actuar proponiendo soluciones a las anomalías que pueden presentarse en los mismos.
- m. Analizar, adaptar y, en su caso, generar documentación técnica imprescindible en la formación y adiestramiento de profesionales a su cargo.
- n. Seleccionar y valorar críticamente las diversas fuentes de información relacionada con su profesión, que le permitan el desarrollo de su capacidad de autoaprendizaje y posibiliten la evolución y adaptación de sus capacidades profesionales a los cambios tecnológicos y organizativos del sector.

Objetivos específicos

Se proponen, a su vez, los siguientes objetivos específicos de la presente unidad de trabajo:

- **Objetivos procedimentales:**
 - Clasificar y diferenciar los distintos efectos de los contaminantes atmosféricos.
 - Conocer la problemática de los efectos contaminantes en la ciudad en la que vivimos haciendo un estudio estadístico, proponiendo medidas para la prevención.
- **Objetivos conceptuales:**
 - Conocer los distintos efectos de los contaminantes atmosféricos a nivel local, regional y mundial.
 - Determinar los efectos de los contaminantes sobre la salud, seres vivos y medios materiales.
- **Objetivos actitudinales:**
 - Comprometerse en la aplicación de la normativa ambiental.
 - Concienciarse de la importancia de la prevención de los efectos de los contaminantes.

7.3 Competencias

A lo largo del módulo el alumnado debe alcanzar las siguientes capacidades terminales:

1. Caracterizar la contaminación del aire producido por los procesos industriales, identificando los principales contaminantes y sus fuentes de emisión.
2. Controlar la contaminación del aire, relacionando los métodos de detección y medida con la naturaleza del contaminante y analizando el funcionamiento de los dispositivos y sistemas de detección.
3. Analizar los métodos y operaciones de tratamiento de los potenciales contaminantes del aire.
4. Analizar una muestra de aire contaminado, aplicando la técnica idónea, expresando en forma adecuada los resultados del análisis y utilizando los soportes adecuados.

Por otro lado, la relación de unidades de competencia incluidas en el título, que se consiguen con el desarrollo de esta unidad son las siguientes:

- Caracterizar la contaminación del aire producido por los procesos industriales.
- Identificar los principales contaminantes y sus fuentes de emisión.
- Analizar una muestra de aire contaminado, aplicando la técnica idónea, expresando en forma adecuada los resultados del análisis y utilizando los soportes adecuados.

7.4 Contenidos

De acuerdo con el DECRETO 813/1993, por el que se establece el Currículo correspondiente al título de “Técnico Superior en Química Ambiental”, el módulo de “Control de Emisiones a la atmósfera” establece unos contenidos, de los cuales en esta unidad se desarrollaran los siguientes:

- a) Estudio de los gases como contaminantes.
- b) Fuentes de contaminación del aire. Contaminantes secundarios.
- c) Efectos de los contaminantes.

El desarrollo de estos tres bloques de contenido da lugar a una serie de subcontenidos, que se clasifican según sean conceptuales, procedimentales o actitudinales y que se impartirán a lo largo de las 18 horas lectivas que se le ha asignado a esta unidad de trabajo en la PD de la siguiente manera:

C. Conceptuales

- Efectos de los contaminantes según su radio de acción: local, regional y mundial.
- Efectos de los contaminantes sobre los seres vivos, salud y bienes materiales.

C. Procedimentales

- Identificar la problemática de los contaminantes en la ciudad de Valladolid.

C. Actitudinales

- Compromiso con la aplicación de la normativa ambiental.

7.5 Metodología

La metodología didáctica de las enseñanzas de Formación Profesional debe promover la integración de los contenidos científico-tecnológicos y organizativos, con el fin de favorecer en el alumnado la capacidad de aprender por sí mismo, de trabajar en equipo y de adquirir una visión global de los procesos productivos propios de su actividad profesional. También se debe favorecer que la metodología sea flexible y abierta.

7.5.1. Metodología general

La metodología didáctica tendrá en cuenta los siguientes principios metodológicos generales:

- El profesor debe partir de los conocimientos previos del alumnado.
- El profesor no es estrictamente un mero transmisor de conocimiento y el alumnado un receptor pasivo de información, se utilizará una metodología basada en la educación inversa combinada con la metodología tradicional.
- Los contenidos se deben escalonar según su grado de dificultad y relacionar con aspectos de la vida diaria.
- El profesor, siempre que sea posible, debe permitir al alumnado practicar o aplicar los conocimientos adquiridos.
- El profesor debe motivar al alumnado para poder conseguir el aprendizaje deseado. Se puede llevar a cabo planteando tareas de desafío bajo la supervisión del profesor, de modo que se incremente su grado de autonomía.
- El profesor debe tener en cuenta la diversidad de capacidades del alumnado, para lo que se debe prever distintos niveles de dificultad.
- El alumnado debe disponer de las habilidades suficientes para acceder y seleccionar distintas fuentes de información y organizar los contenidos que se le faciliten.
- El alumnado debe adquirir habilidades de trabajo en grupo.
- El profesor debe propiciar el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.

7.6 Metodología de las Unidades de trabajo

La metodología que se propone para cada una de las unidades de trabajo es:

- Realización de una evaluación inicial con el fin de poder valorar los conocimientos previos del alumnado (mediante preguntas en clase, debates, demostraciones por parte del profesor, resultados obtenidos en las U.T. anterior cuando exista una relación ente ellas, etc.)
- Presentación de la U.T. exponiendo la interconexión con el resto de U.T. o módulos del ciclo y los puntos de los que consta.
- Explicación de los contenidos teóricos, intercalando actividades prácticas.
- Realización de actividades que resuman la U.T. así como actividades de refuerzo y profundización.
- Para finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje se procederá a la evaluación del mismo, según los criterios de evaluación establecidos.

7.7 Desarrollo de actividades

En este apartado se refleja la actividad a realizar durante el desarrollo de la intervención docente de esta U.T:

Actividad	Tipo	Descripción	Duración
1	Actividad de iniciación	Relacionar conceptos estudiados con la temática a desarrollar en esta unidad. Conocer el grado de motivación por el contenido a desarrollar.	1 hora
2	Actividad de desarrollo y aprendizaje	Efectos de los contaminantes. Tipos.	5 horas
3	Actividad de búsqueda de información y exposición.	Trabajo en grupo del estudio de la problemática en tu ciudad.	3 horas
4	Actividad de asentamiento de conocimientos.	KAHOOT	1 hora
5	Actividad de evaluación	Prueba escrita.	2 horas

Tabla 15. Relación de actividades.

Actividad 1	Actividades de iniciación. Relación de conceptos ya estudiados con los nuevos.
Temporalización: 1 HORA	
Descripción de la actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al tema. Los alumnos relacionan la unidad anterior a través de la realización de un mapa conceptual. • Presentación del blog de trabajo, donde se realiza la presentación y donde están colgados los documentos necesarios para seguir las clases magistrales. • Realización de un test inicial.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y clasificar los distintos efectos de los contaminantes.
Unidades de competencia	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar la contaminación del aire producido por los procesos industriales, identificando los principales contaminantes y sus fuentes de emisión.
Agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Individualmente.
Medios materiales	Cañón, ordenador, cuestionario 1. (anexos)
Evaluación	No evaluable.

Tabla 16. Actividad 1.

Actividad 2	Actividad de desarrollo y aprendizaje
Temporalización:6 horas	
Descripción de la actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación teórica del smog fotoquímico, lluvia ácida, agujero de la capa de ozono, efecto invernadero y cambio climático. • Realización de mapas conceptuales por parte del alumnado después de la explicación de cada problemática, que servirá para evaluar el grado de aprendizaje.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los distintos efectos de los contaminantes atmosféricos a nivel local, regional y mundial. • Determinar los efectos de los contaminantes sobre la salud, seres vivos y medios materiales.
Unidades de competencia	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar la contaminación del aire producido por los procesos industriales, identificando los principales contaminantes y sus fuentes de emisión
Manejo del aula	<ul style="list-style-type: none"> • La actividad se desarrollará en el aula.
Agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza de manera individual.
Medios materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenador y cañón para presentaciones/ Soporte informático para alumnos/Apuntes.
Evaluación	Mapas conceptuales (10%) Anexos.

Tabla 17. Actividad 2.

Actividad 3	Actividad de búsqueda de información y tratamiento de datos. CONOCE TU CIUDAD.
Temporalización: 3 horas	
Descripción de la actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de gráficos estadísticos de los contaminantes a través de datos obtenidos de la ciudad de Valladolid. • Realizar un estudio estadístico trabajando en grupos de todo un año, cada grupo tratará los datos de un trimestre analizando la evolución de los contaminantes de forma diaria, semanal, mensual y trimestral, posteriormente se hará una puesta en común viendo la evolución a lo largo de un año y proponiendo medidas para su prevención. Los datos se recogen de la página del ayuntamiento de Valladolid.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer la problemática de los efectos contaminantes en la ciudad en la que vivimos haciendo un estudio estadístico y proponiendo medidas para su prevención. • Concienciarse de la importancia de la prevención atmosférica.
Unidades de competencia	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar una muestra de aire contaminado, aplicando la técnica idónea, expresando en forma adecuada los resultados del análisis y utilizando los soportes adecuados.
Manejo del aula	<ul style="list-style-type: none"> • Sala de informática y aula de clase.
Agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en grupos.
Medios materiales	Ordenador y cañón.
Evaluación	Exposición del trabajo realizado en clase (20%)

Tabla 18. Actividad 3.

Actividad 4	Actividad de asentamiento de conocimientos. KAHOOT.
Temporalización: 30 minutos	
Descripción de la actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Realización un test utilizando la aplicación KAHOOT. • Realización de un test final que consiste en 10 preguntas.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer la problemática de los efectos contaminantes en la ciudad en la que vivimos haciendo un estudio estadístico y proponiendo medidas para su prevención.
Unidades de competencia	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar la contaminación del aire producido por los procesos industriales, identificando los principales contaminantes y sus fuentes de emisión. • Analizar una muestra de aire contaminado, aplicando la técnica idónea, expresando en forma adecuada los resultados del análisis y utilizando los soportes adecuados.
Manejo del aula	<ul style="list-style-type: none"> • La actividad se realiza en el aula.
Agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Individual.
Medios materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo móvil.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados derivados de la aplicación. (5%), test escrito (5%) anexos.

Tabla 19. Actividad 4.

Actividad 5	Actividad de evaluación. Prueba escrita.
Temporalización: 2 horas	
Descripción de la actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizará una prueba escrita con la finalidad de conocer los conocimientos adquiridos por el alumnado.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los distintos efectos de los contaminantes atmosféricos a nivel local, regional y mundial. • Determinar los efectos de los contaminantes sobre la salud, seres vivos y medios materiales.
Unidades de competencia	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza de manera individual
Manejo del aula	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba escrita.
Agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> • La actividad se realizará de forma individual.
Medios materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba escrita
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados derivados de la aplicación. (50%)

Tabla 20. Actividad 5

7.8 Evaluación

Se lleva a cabo la evaluación tanto del proceso de aprendizaje del alumnado como del proceso de enseñanza por parte del profesor de la siguiente manera:

7.8.1 Evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado

La evaluación del proceso de aprendizaje se considera un proceso continuo que incluye tres tipos de actuaciones: inicial, continua y final.

Evaluación inicial

Sirve de referencia para conocer el punto de partida de los conocimientos del alumnado:

Al inicio de cada Unidad de Trabajo: mediante preguntas en clase sobre los contenidos que posteriormente se van a desarrollar, debates, resultados obtenidos en U.T. previas relacionadas, etc.

Evaluación continúa

Se realiza para obtener información sobre cómo se está llevando a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje y de ese modo poder realizar las modificaciones oportunas que sean necesarias.

Se lleva a cabo en dos momentos:

- **En cada Unidad de Trabajo:** mediante el análisis de las tareas escritas realizadas por el alumnado, el seguimiento de la clase, las intervenciones del alumnado, las tareas prácticas, en estas últimas se valorará su realización, explicación y debate posterior.
- **Al finalizar cada trimestre:** mediante pruebas escritas y/ o prácticas para poder calificar al alumnado en las sesiones de evaluación trimestrales y poder analizar los progresos y dificultades del alumnado, con el fin de adecuar la intervención educativa a cada grupo de alumnado y a los objetivos previstos.

La evaluación continua tiene una función calificadora, ya que al alumnado se le asigna una nota numérica conforme a los criterios de calificación fijados.

Evaluación final

La evaluación final tiene una función calificadora, ya que al alumnado se le asigna una nota numérica conforme a los criterios de calificación fijados.

El módulo se podrá evaluar en cuatro convocatorias ordinarias:

- El alumnado matriculado por primera vez en el módulo tendrá la primera convocatoria ordinaria en junio y la segunda convocatoria ordinaria en septiembre.
- El alumnado con este módulo pendiente matriculado por segunda vez en el módulo, tendrá la tercera convocatoria ordinaria en marzo y la cuarta convocatoria ordinaria en junio.

Una vez agotadas las mismas, se podrán conceder un máximo de dos convocatorias extraordinarias cuando concurren causas de enfermedad, discapacidad, accidente, atención a familiares, trabajos puntuales o excepcionales u otras que condicionen o impidan el desarrollo ordinario de los estudios.

7.8.2 Evaluación del proceso de enseñanza por parte del profesor

La evaluación debe extenderse también a la práctica docente. Esto nos permite la adecuación del proceso de enseñanza a las características y necesidades educativas del alumnado y, en función de ello, realizar mejoras en nuestra actuación docente.

Para ello se usan los siguientes indicadores:

- Concordancia entre los objetivos del módulo y la U.T.
- Grado en que el alumnado va asimilando los contenidos de las U.T.
- Adecuación de las actividades propuestas y su secuenciación.
- Diferentes estrategias didácticas que den respuesta a diferentes ritmos de aprendizaje.
- Idoneidad de la organización de la clase.
- Adecuación de los medios materiales empleados.
- Coordinación entre el profesorado.
- Valoración del módulo por parte del alumno

7.8.3 Criterios de evaluación.

Dado que a través de los criterios de evaluación se constata la consecución de los resultados de aprendizaje, a continuación se recogen dichos criterios de evaluación relacionados con sus correspondientes resultados de aprendizaje.

1. Caracterizar la contaminación del aire producido por los procesos industriales, identificando los principales contaminantes y sus fuentes de emisión.

Criterios de evaluación:

- Relacionar las características de los distintos tipos de mezclas gaseosas con la técnica de tratamiento adecuada.
 - Expresar adecuadamente las unidades de expresión de la composición de una mezcla gaseosa y las principales propiedades del aire. así como los sistemas de medida de presión, calor, humedad, temperatura y volumen.
 - Describir los contaminantes primarios del aire indicando sus fuentes más usuales y los límites permitidos en la legislación.
 - Describir la formación de los contaminantes secundarios y sus sistemas de detección y control.
 - Relacionar la causa-efecto de la lluvia ácida y otras consecuencias de las emisiones gaseosas de contaminantes industriales, identificando los tipos de industria potencialmente más contaminantes.
2. Controlar la contaminación del aire, relacionando los métodos de detección y medida con la naturaleza del contaminante y analizando el funcionamiento de los dispositivos y sistemas de detección.

Criterios de evaluación:

- Describir los mecanismos de control de las emanaciones de contaminantes industriales relacionando la naturaleza de los métodos (físicos y químicos) a utilizar con el tipo de emisión.
- Describir los mecanismos de control de las emanaciones contaminantes no industriales, razonando la acción de los catalizadores en las reacciones químicas correspondientes.
- A partir de un supuesto proceso de producción químico industrial:

- Identificar el lugar adecuado de la colocación de los equipos de detección.
- Describir los dispositivos de detección normalizados que deben emplearse y sus procedimientos de calibración.
- Describir un plan de toma de muestras adecuado a la naturaleza del proceso y equipos de detección.
- Describir un posible procedimiento de obtención y tratamiento de la información sobre los parámetros del proceso con incidencia medio ambiental, mediante el sistema de control integrado del proceso.
- Realizar medidas de detección de contaminación con los equipos de detección y medida más usuales.

Analizar los métodos y operaciones de tratamiento de los potenciales contaminantes del aire.

Criterios de evaluación:

- Relacionar las operaciones básicas de separación de sustancias más usuales en el tratamiento de gases, con la naturaleza de los contaminantes.
- Describir métodos de recuperación de partículas emitidas por una chimenea, relacionando los tipos de filtros que deben ser utilizados con la precisión requerida, la temperatura del gas y la naturaleza de las partículas.
- Identificar los equipos utilizados en las operaciones de separación de partículas sólidas y líquidas.

Tomar y analizar una muestra de aire contaminado, aplicando la técnica idónea, expresando en forma adecuada los resultados del análisis y utilizando los soportes adecuados.

Criterios de evaluación:

- Explicar las técnicas de toma de muestras de aire con contaminantes sólidos, relacionando los métodos instrumentales y microscópicos con la técnica de identificación.

- Explicar los métodos químicos para analizar y medir la presencia de gases contaminantes en la atmósfera.
- Realizar un análisis de contaminantes gaseosos que incluya:
 - Medir la presencia de los contaminantes.
 - Realizar los cálculos oportunos.
 - Aplicar el tratamiento estadístico y gráfico adecuado a los datos del análisis.
 - Expresar el resultado en las unidades correctas.
 - Comparar los datos obtenidos en el análisis con los indicados en la normativa medio ambiental y extraer las conclusiones oportunas.
 - Elaborar un informe sobre la contaminación gaseosa, sintetizando y expresando adecuadamente el resultado obtenido.

7.8.4 Criterios de calificación

A lo largo del curso se van a llevar a cabo tres evaluaciones trimestrales (diciembre, marzo y junio), una convocatoria ordinaria (junio) y un examen extraordinario (septiembre). La sesión de la tercera evaluación trimestral coincidirá con la convocatoria ordinaria de junio.

La asistencia a clase es imprescindible para la evaluación continua. Se perderá dicho derecho si se falta, con o sin justificación, más del 25% de las horas del módulo en cada evaluación, debiéndose realizar un examen específico en la convocatoria ordinaria de junio, tanto de las pruebas objetivas como de los trabajos prácticos, de las evaluaciones donde se haya perdido dicho derecho.

A principio de curso el alumnado será informado de los siguientes criterios de calificación:

- **Pruebas objetivas:** 60 % de la nota.

En cada una de las evaluaciones, se pueden llevar a cabo varias pruebas objetivas. Su ponderación vendrá indicada en el encabezamiento de dichas pruebas, se debe obtener un 4 en esta prueba escrita para realizar media con las siguientes.

- **Trabajos prácticos:** 30% de la nota.

Se valorará los test realizados en clase, así como los trabajos prácticos. En estos trabajos prácticos se valorará tanto la expresión verbal como escrita.

- **Observación diaria del profesor:** 10% de la nota.

Se valorará la asistencia a clase de forma continuada, la puntualidad, la participación del alumnado, así como la actitud del alumnado para con el profesor y con el resto de los compañeros del aula y del centro.

Para el cálculo de la nota de la convocatoria ordinaria de junio, se aplicará la media de las notas obtenidas en las tres evaluaciones, sólo si dichas notas son superiores o iguales a cinco. Si alguna de ellas fuera inferior a cinco, el alumnado deberá realizar la recuperación correspondiente.

Existirá recuperación de cada evaluación, si el curso lo solicita, excepto de la última evaluación, y en cualquier caso será sólo por una vez. La nota de la recuperación se calcula como la media de la nota de la recuperación y de la evaluación. Si esta media no fuera superior a cinco, la nota de la recuperación será de cinco.

Aquel alumnado que haya obtenido una calificación inferior a cinco en la recuperación por evaluaciones y/ o en la tercera evaluación, deberá presentarse a la convocatoria ordinaria de junio.

En la convocatoria extraordinaria de septiembre, el examen de recuperación será sobre el total de los contenidos del módulo.

Los criterios de evaluación para la unidad de trabajo desarrollada quedan definidos en la siguiente tabla:

ALUMNOS	Evaluación test					Trabajo estadístico		Cuestionarios		Asistencia y comportamiento	Prueba escrita	TOTAL
	10					20		5	5	10	50	100
	2	2	2	2	2	10	10	5	5	10	50	100
	Mapa conceptual. Smog fotoquímicos	Mapa conceptual Lluvia acida	Mapa conceptual agujero capa de ozono	Mapa conceptual efecto invernadero	Mapa conceptual cambio climático	Elaboración estadística y gráfica.	Exposición y debate	KAHOOT	Test final	Asistencia y comportamiento	Prueba escrita	TOTAL
Alumno 1												
Alumno 2												
Alumno 3												
Alumno 4												
Alumno 5												
Alumno 6												
Alumno 7												
Alumno 8												
Alumno 9												
Alumno 10												
Alumno 11												
Alumno 12												
Alumno 13												
Alumno 14												
Alumno 15												
Alumno 16												

Tabla 21. Tabla de ponderación de la unidad didáctica.

7.9 Atención a la diversidad

El alumnado que puede presentar necesidades educativas específicas en este nivel educativo es:

- Alumnado con un ritmo más acelerado de aprendizaje.
- Alumnado que presenta necesidades educativas especiales por padecer discapacidad física, psíquica o sensorial.
- Alumnado que se reincorpora al sistema educativo.
- Alumnado con convalidaciones realizadas con su país de origen que no se corresponden realmente con nuestro nivel curricular.
- Alumnado con problemas del idioma.

Dado el carácter post-obligatorio de este tipo de enseñanzas, no se establecen adaptaciones curriculares. Sin embargo, se pueden adoptar las siguientes actuaciones:

- Para el alumnado con un ritmo más acelerado de aprendizaje, se le prepararán actividades de ampliación que facilite el aprendizaje del módulo.
- Para el alumnado con necesidades educativas especiales con discapacidad física, psíquica o sensorial, recibirá si fuera necesario apoyo desde fuera del aula para poder seguir el ritmo de la clase. También se adaptarán las actividades a las circunstancias concretas de cada caso, pero teniendo en cuenta que deberán haber adquirido los resultados de aprendizaje del módulo al finalizar el curso.
- El alumnado que se reincorpora al sistema educativo puede presentar el problema de haber perdido el hábito de estudio. Sin embargo, en muchas ocasiones procede del mundo laboral relacionado con el ciclo, pudiendo presentar grandes destrezas en el laboratorio. Si es así, se le intentará proporcionar trabajos de refuerzo, con el fin de que asimile mejor los contenidos teóricos y potenciar los trabajos prácticos.

- Para el alumnado con convalidaciones realizadas con su país de origen que no se corresponden realmente con nuestro nivel curricular, se llevarán a cabo actividades de ampliación que facilite el aprendizaje del módulo.
- Para el alumnado que presente dificultades en el idioma, se llevarán a cabo adaptaciones de los materiales curriculares que faciliten el entendimiento de la lengua y por tanto los contenidos del módulo.

7.10 Evaluación de la unidad.

Para evaluar el grado de satisfacción con el desarrollo de las actividades de esta unidad, una vez concluida su impartición, se han diseñado unas tablas para hacer de este documento una herramienta dinámica, que permita perfeccionar, en cada curso, aquellas actividades que no obtengan el resultado esperado. Estas tablas son las siguientes:

ACTIVIDAD 1	Resultados
Recursos	
Aula	
Soporte informático	
Otros:	
Otros:	
Adaptaciones curriculares:	
Modificaciones metodológicas	
Otros:	
Modificaciones surgidas durante el desarrollo	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Aspectos a tener en cuenta y a modificar en años posteriores.	

Tabla 22. Tabla de evaluación actividad 1.

ACTIVIDAD 2	Resultados
Recursos	
Aula	
Soporte informático	
Otros:	
Otros:	
Adaptaciones curriculares:	
Modificaciones metodológicas	
Otros:	
Modificaciones surgidas durante el desarrollo	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Aspectos a tener en cuenta y a modificar en años posteriores.	

Tabla 23. Evaluación unidad 2.

ACTIVIDAD 3	Resultados
Recursos	
Aula	
Soporte informático	
Otros:	
Otros:	
Adaptaciones curriculares:	
Modificaciones metodológicas	
Otros:	
Modificaciones surgidas durante el desarrollo	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Aspectos a tener en cuenta y a modificar en años posteriores.	

Tabla 24. Evaluación unidad 3.

ACTIVIDAD 4	Resultados
Recursos	
Aula	
Soporte informático	
Otros:	
Otros:	
Adaptaciones curriculares:	
Modificaciones metodológicas	
Otros:	
Modificaciones surgidas durante el desarrollo	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Aspectos a tener en cuenta y a modificar en años posteriores.	

Tabla 25. Evaluación unidad 4.

ACTIVIDAD 5	Resultados
Recursos	
Aula	
Soporte informático	
Otros:	
Otros:	
Adaptaciones curriculares:	
Modificaciones metodológicas	
Otros:	
Modificaciones surgidas durante el desarrollo	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Aspectos a tener en cuenta y a modificar en años posteriores.	

Tabla 26. Evaluación unidad 5.

8. MEDIDAS DE INNOVACIÓN DOCENTE

La calidad educativa depende, en buena medida, de la capacidad que los docentes poseen para dar respuesta a la diversidad de alumnos a los que atienden. Esto exige respuestas adecuadas a necesidades diferentes. En esta línea, la relevancia del aprendizaje en grupo es muy alta. Es difícil atender necesidades diferentes si no es propiciando relaciones grupales, en las cuales las respuestas adecuadas no parten sólo del profesor sino que se facilitan desde los mismos alumnos.

Por otro lado, socialmente, cada vez es mayor la exigencia de personas capaces de trabajar en grupo y de mantener relaciones positivas y fluidas con sus semejantes. Esto es importante, hasta tal punto, que una persona corre serio riesgo de no incorporarse al mercado laboral si no es mínimamente competente para relacionarse y colaborar con otros.

En este sentido, el aprendizaje cooperativo presenta múltiples aspectos positivos, ya que:

- a. Ofrece oportunidades para interactuar adecuadamente con los compañeros en un contexto estructurado. Esto aumenta el nivel de interacción con los compañeros, proporciona interacción entre compañeros diferentes, y garantiza que todos interactúen de forma positiva.
 - b. Establece la colaboración como objetivo educativo. La mayoría de las amistades surgen gracias a la colaboración, y casi todas las tareas que debemos realizar en la vida adulta la exigen.
 - c. Se legitima la conducta de pedir y proporcionar ayuda, mejorando con ello el repertorio social del alumnado.
 - d. Crea una situación en la que la única forma de alcanzar las metas personales es a través del logro de las metas del equipo, lo que favorece el rendimiento al incorporar una estructura de objetivos que hace depender el éxito personal del éxito del grupo.
- El profesorado tendría que enseñar a cooperar de forma positiva.

En esta Unidad se desarrolla una actividad como medida para favorecer la interacción entre los alumnos (actividades 3 , apartado 7.7) y que les permite confrontar ideas, intercambiar informaciones, modificar conceptos previos, conocer y compartir estrategias de aprendizaje distintas de las personales y confrontar puntos de vista diferentes. En consecuencia, aprender, va ligado a hacerlo en grupo, lo que facilita la tarea a todos los alumnos y, por extensión, mejora la calidad educativa.

9. CONCLUSIONES

Este trabajo ha servido para plasmar todo lo aprendido durante este curso, he procurado unificar mi experiencia adquirida en la fase de prácticas con los conocimientos obtenidos en las diferentes asignaturas.

Al igual que he tratado de ser innovador, fomentando el aprendizaje cooperativo y, la integración del alumno en el aula. También se han utilizado las TIC.

He aplicado la metodología Flipped Classroom (clase invertida) para fomentar el autoaprendizaje de los alumnos, enviando tareas de casa de proyección de vídeo anteriormente a la realización de la clase magistral para fomentar el espíritu crítico.

En definitiva, se trata de una actividad de síntesis que ofrece una visión amplia de lo que es la actividad de un docente en formación profesional y que me servirá para poder desarrollar mi carrera profesional en el ámbito de la docencia.

10. BIBLIOGRAFIA Y RECURSOS WEB.

- *Orozco Barrenetxea, Carmen; Pérez Serrano, Antonio; González Delgado, M^a Nieves; Rodríguez Vidal, Francisco Javier; Alfayate Blanco, José Marcos*, Contaminación Ambiental: Una visión desde la química, Ed. Thompson.
- Albert, Francisco Javier; Gutiérrez, Enrique, Contaminación atmosférica, ruidos y radiaciones, Ed. Editex.
- *Manuel Sanz, José*, La contaminación atmosférica, MOPT.
- <http://www.valladolid.es/es/ciudad/medio-ambiente-salud/servicios/red-control-contaminacion-atmosferica-ayuntamiento-valladolid>
- <http://iesramonycajal.es/>

ANEXOS

Efectos de los contaminantes químicos



C.F.G.S. Química Ambiental
Módulo profesional: Control de emisiones a la atmósfera.

1. INTRODUCCIÓN

Los contaminantes 1º y 2º producen una serie de efectos perjudiciales pudiéndose clasificar según su alcance a:

- **Efectos a escala local:** smog o niebla contaminante.
- **Efectos escala regional o transfronteriza:** lluvia ácida.
- **Efectos a escala global o planetaria:** destrucción de la capa de O₃ estratosférico y el efecto invernadero (afectando al balance energético terrestre dando lugar al cambio climático).

Estos efectos dan lugar a unas consecuencias medioambientales cada vez más importantes tales como el **CAMBIO CLIMÁTICO**, el **DETERIORO DE LOS BIENES MATERIALES**, las **ALTERACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS** y los **EFFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA**.

La emisión de contaminantes 1º y 2º atmosféricos afectan tanto a la salud humana como a los ecosistemas de forma que son los culpables de muchas de las enfermedades.

Los contaminantes atmosféricos ejercen unos efectos directos debidos a su propia Nª (oxidantes, reductores, ácidos, básicos, tóxicos, etc.). Además también producen alteraciones en la dinámica de la atmósfera tales como la destrucción de la capa de ozono, la lluvia ácida, el efecto invernadero, el cambio climático e importantes alteraciones en la:

- Atmósfera (reducción de la visibilidad, formación de nieblas, reducción de la radiación solar, etc.)
- Seres vivos
- Bienes materiales de cualquier Nª.

La intensidad de los efectos depende de:

1. La Nª del contaminante atmosférico.
2. La concentración del contaminante atmosférico.
3. El tiempo de exposición al contaminante atmosférico.
4. La sensibilidad del receptor.

5. El sinergismo de los contaminantes atmosféricos con lo que se produce un incremento de los efectos.

Para prevenir y corregir la contaminación por gases y partículas lo más adecuado es actuar en su origen con medidas tales como:

- Uso de combustibles con bajos contenidos en S.
- Modificar las instalaciones para utilizar combustibles menos contaminantes como el gas natural.
- Disminuir el uso de combustibles y racionalizar el consumo energético mediante rotaciones de trabajo, etc.
- Modificar los métodos de trabajo hacia procesos menos contaminantes.
- Racionalizar el uso del transporte, utilizándose tecnologías más eficaces y motores más limpios tales como los de biogás, los híbridos y los eléctricos.

Aun aplicándose estas medidas, se van a seguir emitiendo importantes cantidades de contaminantes atmosféricos por lo que se deben aplicar técnicas:

- Que faciliten su dispersión, instalándose chimeneas lo suficientemente altas que impidan la concentración puntual de contaminantes en una determinada zona.
- De captación de contaminantes a la salida de chimeneas.

2. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS SEGÚN SU RADIO DE ACCIÓN

Los efectos de los contaminantes atmosféricos se pueden clasificar según su radio de acción en:

1. Efectos locales: cuyo radio de acción es de metros o de unos pocos kilómetros de la fuente de emisión. Son:
 - a. los efectos ocasionados por la presencia de los contaminantes atmosféricos.
 - b. La formación de nieblas contaminantes o smog fotoquímico.
2. Efectos regionales: su radio de acción es transfronterizo.
3. Efectos globales: sus efectos se perciben a nivel de todo el planeta.

2.1. NIEBLAS CONTAMINANTES O SMOG

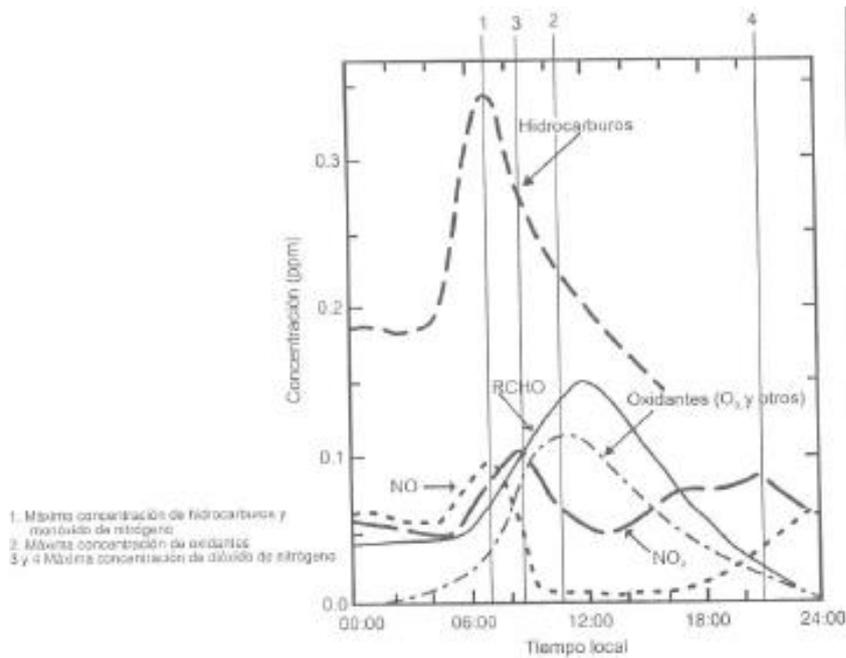
[VIDEO](#)

Smog = Smoke = humo + Fog = niebla)

Es el nombre que recibe un tipo de contaminación cuyo efecto es a escala local apareciendo en las grandes ciudades y cuyos efectos dependen de las condiciones atmosféricas y de la contaminación del aire.

Existen dos tipos de smog:

- **Smog sulfuroso o húmedo:** se origina cuando existe una elevada concentración de Partículas en suspensión (productos de la reacción de combustión como el hollín) + SO₂ (procedente de los vehículos sobre todo diesel (el 60% de los automóviles en España los son, calefacciones, industria, etc.) + Nieblas (elevada humedad (85%), bajas Tª (-1 °C a 4 °C), vientos en calma y anticiclón. Cuando estas condiciones se combinan, se forma una neblina de color pardo-gris sobre las ciudades siendo la época del año más propicia de diciembre a enero.
- **Smog fotoquímico:** se debe a la presencia en la atmósfera de oxidantes fotoquímicos (tales como el O₃ troposférico, los P.A.N., los radicales libres, los



- Antes del comienzo de la jornada laboral, la concentración de los NO_x , de los oxidantes fotoquímicos y de los HC es baja y constante.
- En las primeras horas del día (6 de la mañana) comienza a aumentar la concentración del NO (debido a la combustión de los motores diesel) y de los HC (debido al tráfico) y unas 2 horas después la concentración del NO_2 (ya que se obtiene por transformación del NO).
- A media mañana la $[\text{NO}_x]$ y de HC es mínima debido a que se han ido transformado químicamente en los diferentes compuestos que forman los oxidantes fotoquímicos (debido a las altas concentración de NO_2 y al máximo de la radiación solar entorno a las 8 de la mañana, comienza a fotodisociarse y a formarse los radicales de los RH que darán lugar al O_3 troposférico y a otros oxidantes (como el PAN y los aldehidos)) siendo su máximo entorno a las 12 horas del día.
- Según avanza el día las concentraciones de todas estas especies van descendiendo hasta alcanzar los niveles habituales debido al descenso de la radiación solar y del tráfico, salvo los NO_2 que vuelven a presentar un máximo entorno a las 18:00-20:00 horas.

Si este descenso no ocurre (debido principalmente a fenómenos atmosféricos que dificultan su dispersión), los oxidantes fotoquímicos se van acumulando produciéndose las alertas medioambientales que las autoridades deben controlar.

Esto es lo que está ocurriendo en las grandes ciudades (como Madrid, Bilbao o Barcelona) durante los meses desde agosto a noviembre donde coinciden en espacio y tiempo ciertos parámetros desfavorables tales como:

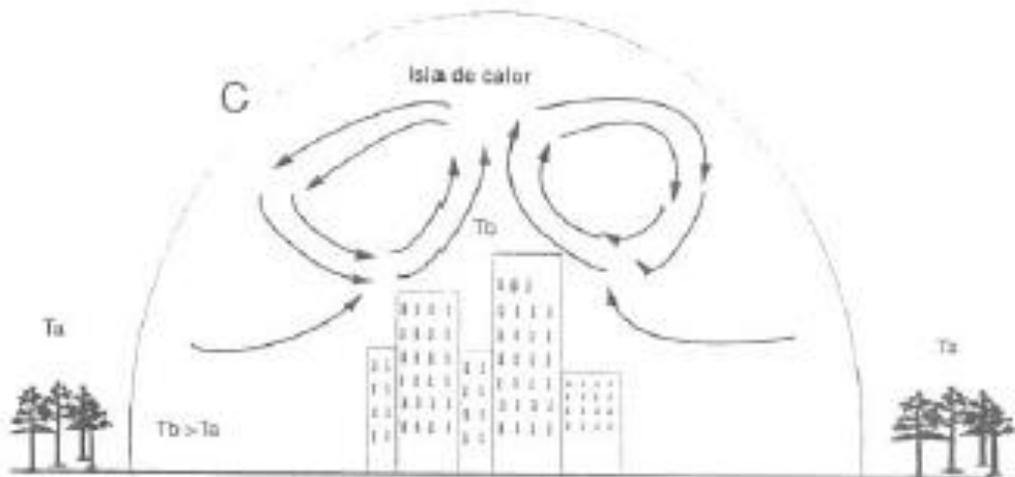
- Situación anticiclónica.
- Buen tiempo (soleado y Tª entre 24 y 32 °C).
- Baja humedad (< 50%).
- Viento en calma.
- orografía desfavorable para la dispersión: al encontrarse la ciudad en un valle o cerca de una zona rocosa que actúa de barrera física frenándose los fenómenos de dispersión.
- Creación de una capa de inversión sobre la ciudad que impide la dispersión de los contaminantes creándose una “boina” de color pardo-rojiza sobre la ciudad visible a varios Km.

La no dispersión de las nieblas contaminantes produce un aumento en los niveles de inmisión del aire que conducen a **efectos** de extrema gravedad tanto en la salud de los seres vivos como en los bienes materiales de cualquier Nª. Es entonces cuando las administraciones deben tomar medidas con el fin de conseguir rebajar los valores de inmisión y mejorar la calidad del aire.

Los **efectos** del smog sobre las ciudades (y zonas limítrofes) puede afectar a la:

- a) **Visibilidad:** se dificulta al formarse una niebla sobre las grandes ciudades que impide el paso de la radiación solar.

Este efecto además se ve incrementado por el efecto de las **Islas de calor urbano**.



En las islas de calor se generan movimientos horizontales de aire que dan lugar a brisas debido a que la T^a de las ciudades (T_b) es mayor que la de su entorno (T_a) debido a las calefacciones y al tráfico.

Al no ser un fenómeno cíclico diurno-nocturno (ya que la ciudad siempre está más caliente que sus alrededores) no se favorece la dispersión de los contaminantes urbanos si no que al contrario las ciudades actúan de sumidero de los contaminantes atmosféricos de los polígonos industriales cercanos.

b) Salud de los seres vivos

Los efectos más frecuentes son:

- Irritación de las mucosas (ocular y nasal): de forma que aparece a partir de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media diaria
- patologías respiratorias: como dolor de garganta, asma.
- Dolores de cabeza

La intensidad de estos daños sobre la salud va a depender de:

- [oxidantes fotoquímicos]
- Tiempo de exposición
- Estado de salud de las personas: especialmente en aquellas que padecen algún tipo de enfermedad respiratoria.

- c) **Vegetación:** produciéndose la necrosis (o muerte) celular sobre todo en las hojas lo que conduce a unos daños agudos y crónicos que dificultan la realización de la fotosíntesis lo que provoca un descenso en el crecimiento de la vegetación y un descenso en la producción agrícola.
- d) **Bienes materiales:** sobre todo de los materiales polímeros que contengan dobles enlaces (debido a su elevada reactividad frente a compuestos con un alto poder oxidante). Esta reactividad produce importantes modificaciones en la estructura y propiedades de estos materiales plásticos (variándose su resistencia mecánica, su elasticidad y su aspecto) volviéndose quebradizos, menos elásticos y menos resistentes.

También se producen importantes alteraciones en las características de las pinturas de fachadas, de vehículos, de infraestructuras (como por ejemplo los puentes) pero también de obras de arte, cuero y en fibras sintéticas.

Todos estos efectos negativos se traducen en importantes pérdidas económicas a lo largo del tiempo.

2.2. LLUVIA ÁCIDA

El pH del agua de lluvia normalmente tiene un valor que se encuentra entre 5,5 - 5,7 (tiene cierto carácter ácido) debido a la solubilidad del CO₂ atmosférico en el agua dando lugar al ácido carbónico:



Sin embargo, se considera lluvia ácida al agua de lluvia que tiene un pH < 5,5 (pudiendo llegar a ser incluso < 4) de forma que si el:

- pH se encuentra entre 5 - 5,5 se considera de moderada acidez.
- pH es < 5 se considera de marcada acidez capaz de causar graves consecuencias.

Los efectos de la lluvia ácida son a escala regional de forma que se manifiesta en zonas alejadas de la fuente.

Se entiende por **LLUVIA ÁCIDA** a la deposición de sustancias ácidas sobre un medio receptor (que puede ser una masa de agua, de tierra, edificios, plantas, personas, animales, etc.), tanto por:

- **Vía seca:** en forma de partículas o de gases cerca de la fuente de emisión. Esta vía es la que más contribuye a la lluvia ácida en puntos próximos a los focos de emisión (2/3 partes) igualándose esta proporción en lugares muy alejados.
- **Vía húmeda:** donde las partículas ácidas forman parte de los núcleos de condensación que dan lugar a las nubes. Posteriormente se depositarán en forma de lluvia, de nieve o de granizo, pudiendo ser transportadas por el viento a cientos de km de la fuente emisora provocando un efecto a nivel regional o transfronterizo.

Si nos fijamos en Europa, existen regiones donde el agua de lluvia presenta unos valores de pH cercanos a 4 (Alemania, Países Bajos y Escandinavia).

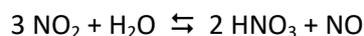
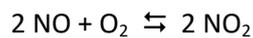
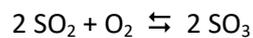
Al ser la lluvia ácida un efecto transfronterizo, estos valores no indican que sean estos países los principales emisores de sustancias ácidas a la atmósfera, sino que son los que sufren este efecto en mayor medida de forma que las emisiones han podido ser hechas en puntos geográficos mucho más alejados. Esto es debido a fenómenos climáticos ya que en esta zona se encuentran las borrascas permanentes.



Por eso es tan importante que los países firmen los tratados medioambientales globales e internacionales que buscan disminuir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, con el fin de reducir los niveles de inmisión atmosférica.

[VIDEO](#)

La lluvia ácida se produce cuando los contaminantes 1º SOx y NOx son emitidos a la atmósfera desde una fuente (principalmente como subproductos de la reacción de combustión de forma que si se usa carbón se liberan los SOx y si el motor es Diesel se liberan los NOx) y de procesos Nª y antropogénicos) y una vez allí se oxidan (con el O₂ atmosférico o con otros oxidantes atmosféricos) dando lugar a otras sustancias diferentes de Nª ácida consideradas contaminantes 2ª que serán depositadas a un medio receptor al alterarán de algún modo.



El origen de la lluvia ácida puede ser:

- **Nª:** debido a las erupciones volcánicas, incendios y descomposición de la Mª orgánica.
- **Antropogénico:** debido principalmente a procesos de combustión de carbón así como a las explotaciones petroleras, a la combustión de residuos o a la evaporación de disolventes.

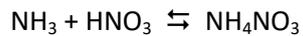
Las principales sustancias que originan la lluvia ácida se pueden encontrar en distintos estados de agregación (gas, partículas o disolución) pudiendo ser:

- **Ácidos orgánicos:** como el fórmico o el acético en muy pequeña proporción.

- **HCl y HClO (ácido hipoclorito):** que suponen el 5% del total de los ácidos que forman la lluvia ácida.
- **HNO₃:** que contribuye en un 30 % a la lluvia ácida.

Este ácido se forma a partir de los NO_x que por oxidación dan lugar al HNO₃.

El HNO₃ además de poder ser depositado por vía húmeda o por vía seca, también puede seguir reaccionando de forma que en presencia de amoníaco genera el nitrato de amonio que es el componente nitrogenado más frecuente en la materia particulada:



- **H₂SO₄:** que supone el 65 % de la lluvia ácida (al ser mas soluble en agua el SO₃ que del NO₂).

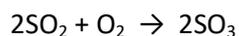
El SO₂ es el compuesto de S principal aunque también contribuye el H₂S pero este se transforma en menos de 24 horas mayoritariamente (80%) en SO₂ por oxidación con O atómico, O₂ u O₃: Ejemplo: H₂S+O₃→ SO₂+H₂O

El SO₂ se oxida a SO₃ y se puede depositar en forma de H₂SO₄ por:

- **Vía seca:** rápidamente.
- **Vía húmeda:** es la mayoritaria debido a su alta solubilidad en agua, tanto en fase acuosa como gaseosa en una proporción del 60% en fase acuosa y un 40% en gaseosa.

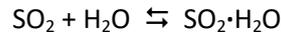
Las reacciones que tienen lugar en una u otra fase son diferentes de forma que:

- **En fase gaseosa:** donde la oxidación del SO₂ es debida al O₂ del aire pero con la presencia de un catalizadores (como el Fe, el Mn o el NH₃) que aumenten la velocidad de reacción ya que sino esta reacción no tendría lugar:

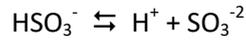


- **En fase acuosa:** son reacciones más complejas ya que el SO₂ según el valor del pH puede dar lugar a 3 especies diferentes:

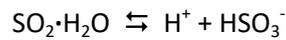
- **pH < 2** la forma predominante es el SO₂ hidratado: SO₂·H₂O.



- **pH > 7** la forma predominante es el ion sulfito: SO₃⁻².



- **pH** de agua de lluvia el compuesto más abundante es el ión bisulfito: HSO₃⁻.

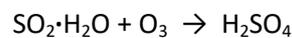


Posteriormente estas especies pueden reaccionar con diferentes compuestos en fase acuosa dando lugar al ácido sulfúrico. Algunas de ellas pueden ser:

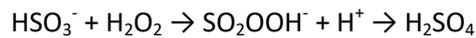
- Oxidación con O₂ atmosférico:



- Oxidación con O₃ troposférico:



- Oxidación con peróxidos:



Los **efectos** de la lluvia ácida pueden afectar tanto a la salud de los seres vivos como alterar a los ecosistemas N^a y a los bienes materiales de forma que al depositarse las sustancias ácidas sobre un medio receptor, modifican su pH alterando sus propiedades. Algunos de estos efectos son:

1. Sobre la salud de los humanos y animales:

Efectos del dióxido de azufre en la salud	
Concentración (ppm)	Efectos
1 – 6	Broncoconstricción.
3 – 5	Concentración mínima detectable por el olfato.
8 – 12	Irritación de la garganta.
20	Irritación en los ojos y tos.
50 – 100	Concentr. máxima para una exposición corta (30 min.)
400 – 500	Puede ser mortal, incluso en una exposición breve.

Efectos de los óxidos de nitrógeno en la salud	
Concentración ppm (mg/l)	Efecto
1 - 3	Concentración mínima que se detecta por el olfato.
3	Irritación de nariz, garganta y ojos
25	Congestión y enfermedades pulmonares
100 – 1000	Puede ser mortal, incluso tras una exposición breve.

2. **Sobre los ecosistemas:** descendiendo el pH de los ríos, lagos y suelos provocando:

- a. Un importante descenso en el número de especies acuáticas llegando incluso al peligro de extinción de ciertas especies más sensibles como la trucha parda o ciertas especies de salmónidos (como ocurre en los lagos Noruegos, Suecos, de Canadá y en el norte de EEUU).
- b. Un incremento en el número de especies tóxicas y contaminantes presentes en el agua tales como los metales pesados y tóxicos (como el Al, Cd, Zn o Pb) que se encontraban en el suelo y que debido a fenómenos de lixiviación han llegado al agua al incrementarse su solubilidad consecuencia del descenso del pH.

Una vez disueltos en el agua pueden causar:

- la muerte de ciertos peces y plantas acuáticas
 - acumularse en la cadena trófica y llegar hasta nosotros mediante su ingesta.
- c. Una pérdida del potencial nutriente de los suelos debido al descenso en el número de nutrientes (como el Ca^{+2} , Mg^{+2} o el Al^{+}) al incrementarse su solubilidad de forma que mediante fenómenos de lixiviación son

arrastrados aguas abajo, empeorándose los cultivos y produciéndose la deforestación de grandes bosques de zonas industrializadas.

- d. También debido a la pérdida del potencial nutriente de los suelos, se ve favorecida la absorción por las raíces de ciertos elementos tóxicos presentes en el suelo como los metales pesados y tóxicos (como el Al, Cd, Zn o Pb).
- e. Ataque a las hojas y tallo de las plantas afectando a la fotosíntesis debilitando a las plantas e impidiendo su crecimiento. También aparecen enfermedades tales como:
 - **Necrosis celular:** en las copas, corteza y sobre todo en las hojas de los árboles con la aparición de coloración rojiza.
 - **Clorosis:** debido a la alteración del metabolismo de la clorofila apareciendo zonas amarillentas.
 - **Fluorosis:** de forma que el F es tóxico en concentraciones muy bajas siendo suficiente una exposición de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante una hora para que se empiecen a observar alteraciones en las hojas de los árboles y en los pastos.

Un problema adicional de la fluorosis es que una vez acumulado el F en las plantas puede ser transmitido a la cadena trófica siendo una enfermedad frecuente en la cabaña bovina alimentada con pastos contaminados.

En el ser humano la fluorosis produce alteraciones óseas y manchas en el esmalte dental si la exposición ha tenido lugar durante la formación de los dientes.

Una de las especies más sensibles a la aparición de enfermedades debido a la lluvia ácida son las coníferas.



3. **Sobre los materiales:** existiendo sinergismo con la niebla fotoquímica, produciéndose daños irreversibles en zonas urbanas en materiales de naturaleza:
 - a. **Metálica:** al favorecerse los fenómenos de corrosión.
 - b. **Pétreo:** al aumentar su deterioro al producirse una reacción ácido-base entre la caliza o mármoles (CaCO_3) y los ácidos (por ejemplo el H_2SO_4) dando lugar a yeso soluble (CaSO_4 con peores propiedades) + H_2O siendo una amenaza para el patrimonio artístico.

Las piedras arenisca y caliza frecuentes en monumentos y esculturas, se corroen con más rapidez en el aire cargado de azufre. La reacción con el CaCO_3 del material y lo convierte en CaSO_4 (yeso soluble).

La desfiguración y disolución de famosas estatuas y monumentos, como la Acrópolis de Atenas y tesoros artísticos de Italia se ha acelerado considerablemente en los últimos 30 años.

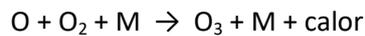
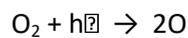
This complex block contains text and images. The text describes the corrosion of limestone and sandstone monuments by sulfur in the air, forming soluble gypsum. It mentions the acceleration of this process in the last 30 years, specifically for the Acropolis in Athens and Italian art treasures. The images include two weathered statues, the Taj Mahal, and a close-up of a statue's face covered in white corrosion.

2.3. DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE O₃

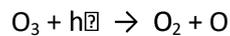
La presencia de O₃ en la estratosfera es a nivel de trazas (en ninguna altura llega a representar ni el 0,001% del volumen total del aire) pero es imprescindible para que las radiaciones UV procedentes del sol sean retenidas y no lleguen a la superficie terrestre permitiendo la vida en la tierra.

El O₃ en la estratosfera se obtiene de forma cíclica iniciándose con la fotólisis del O₂ presente en la alta atmósfera. En el ciclo se pueden diferenciar dos etapas:

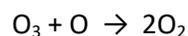
1. **Etapas de formación:** tiene lugar en la estratosfera entre los 25-30 km de altitud donde la radiación UV de $\lambda = 242$ nm es capaz de disociar el O₂.



2. **Etapas de destrucción:** el O₃ formado es capaz de absorber intensamente en la región de entre 240-320 nm descomponiéndose de nuevo e incluso reaccionar con el O atómico dando lugar a O₂.



La etapa se cierra con la reacción: $\text{O} + \text{O}_3 + \text{M} \rightarrow \text{O}_2 + \text{M} + \text{calor}$ de forma que la reacción global es:

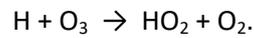
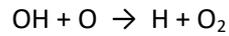


Este ciclo de formación del O₃ daría lugar a una [O₃] el doble de la real, debido a que el ciclo se ve alterado por la presencia de contaminantes de origen antropogénico en la estratosfera (tales como los HOx, los NOx y los CFC's), que favorecen la reacción de destrucción del O₃ ($\text{O}_3 + \text{O} \rightarrow 2\text{O}_2$) lo que conduce a un descenso en la [O₃] estratosférico sobre todo detectable entre los meses de septiembre a noviembre sobre el continente Antártico denominado **AGUJERO DE OZONO SOBRE LA ANTÁRTIDA** (que coincide con su primavera) aunque también está ocurriendo en otras zonas del planeta como el polo norte.

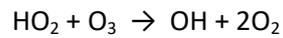
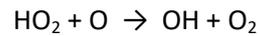
Los principales contaminantes causantes de la descomposición del O₃ son:

a) **HOx**: tanto el HO como el HO₂ cuyas reactividades pueden ser

O₃ + H → OH + O₂ de forma que el OH puede seguir reaccionando con:

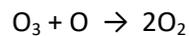
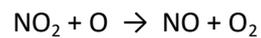
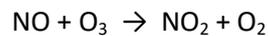


El HO₂ formado puede seguir reaccionando con el O atómico pero también con el O₃ destruyéndolo:



La [HOx] en la estratosfera procedente de la troposfera es casi despreciable por lo que la importancia de estas reacciones con los HOx va a depender de su concentración en la estratosfera que es función de la altura.

b) **NOx**: los NOx (NO y NO₂) son capaces de catalizar la reacción de destrucción del O₃:



Los NOx están presentes en la estratosfera no por el paso desde la troposfera sino por:

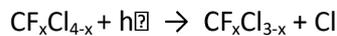
1. Los aviones y los reactores que llegan hasta los 18-24 Km.
2. Las bombas nucleares.

c) CFC's

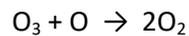
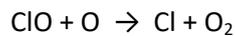
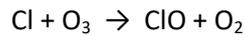
Este tipo de compuestos presentan una elevada estabilidad química en la troposfera, presentando unos tiempos de vida media muy elevados. Por eso aunque se liberen en la troposfera, son capaces de llegar hasta la estratosfera por acción de los vientos inalterados.

Una vez en la estratosfera su comportamiento químico ya es muy diferente al entrar en juego reacciones fotoquímicas con radiaciones pertenecientes al UV (más energéticas) capaces de producir la disociación de los CFC's liberándose halógenos que son los que reaccionan con el O₃ destruyéndolo.

1ª ETAPA: FOTÓLISIS: ocurre en torno a los 30 Km de altitud donde absorben radiación de $\lambda = 190-225 \text{ nm}$:



2ª ETAPA: DESTRUCCIÓN.



El átomo de Cl no es consumido en la reacción, sino que actúa de catalizador. Lo mismo ocurre con el bromo, aunque este es mucho más destructivo que el cloro (entre 10-100 veces más).

Cada átomo de Cl liberado en la estratosfera, puede permanecer 2 años en la estratosfera y durante ese tiempo destruir hasta 100.000 moléculas de O₃.

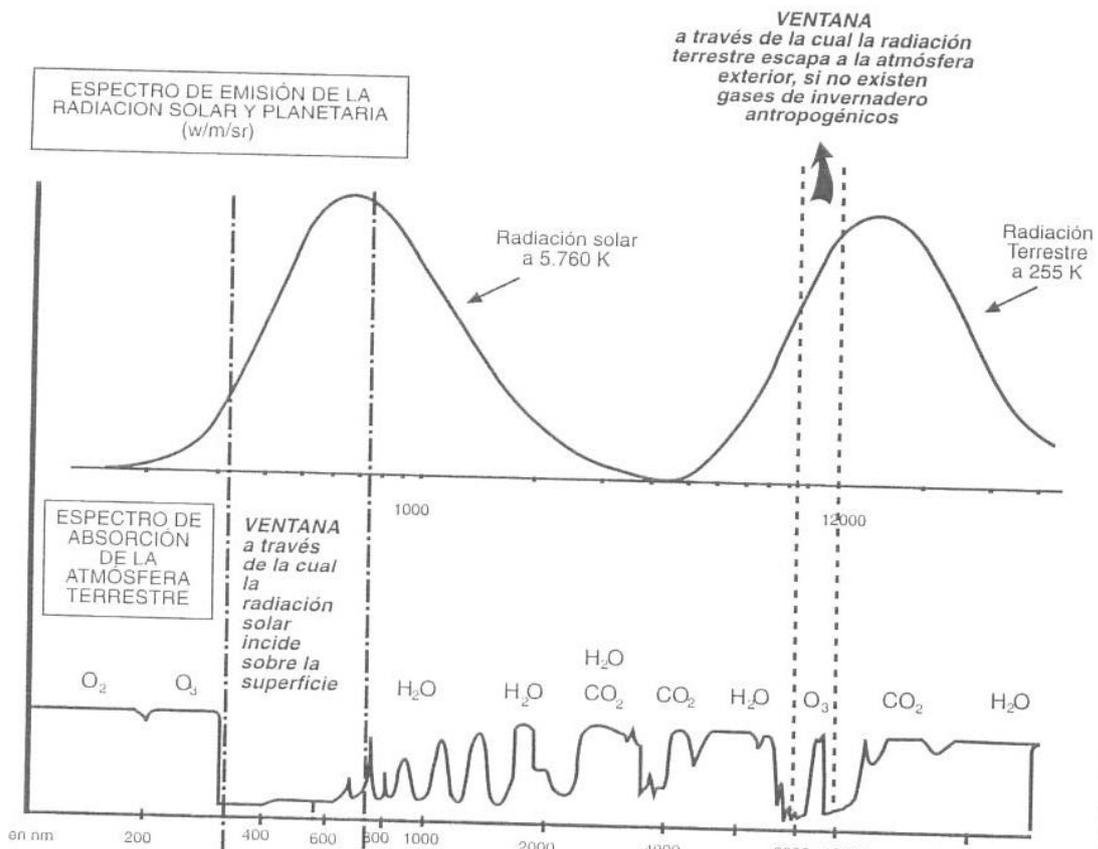
Para disminuir las emisiones de los CFC's a la atmósfera se firma el Protocolo de Montreal en el 1987 que buscaba su eliminación en el 2050.

Los efectos que puede producir la destrucción de la capa de O₃ pueden ser:

1. Cáncer en la piel, daño en los ojos, etc. tanto de hombres como de animales
2. Necrosis en la vegetación
3. Muerte del plancton marino por lo que desciende el consumo de CO₂ incrementándose el efecto invernadero.

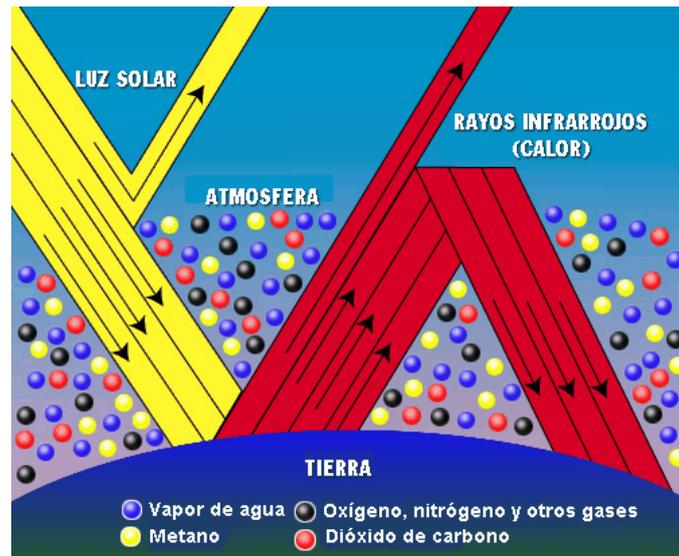
2.4. EFECTO INVERNADERO

Debido a que la superficie terrestre se va calentando a lo largo del día al ir absorbiendo las radiaciones solares pertenecientes principalmente a la zona del visible, por la noche, y como cualquier cuerpo caliente, la tierra emite radiación calorífica perteneciente a la zona del IR.



Esta radiación emitida es en gran parte absorbida por los gases presentes en la atmósfera apareciendo un desequilibrio en el balance energético entre radiación solar incidente y

radiación emitida, de forma que entra más energía que sale lo que se traduce en un calentamiento de la atmósfera en la zona de la troposfera presentando una T^a mucho más superior de la que debería tener. Este comportamiento se denomina **EFFECTO INVERNADERO N^a** y se traduce en una T^a media del planeta de unos 17 °C (unos 33°C superior a la que tendría si no existiera la atmósfera). Este efecto invernadero N^a es el que ha permitido y existiera vida sobre la superficie terrestre.



Sin embargo, por la acción del ser humano también existe un **EFFECTO INVERNADERO ANTROPOGÉNICO** que incrementa al N^a y por ello es indeseado. Este efecto se aprecia en todo el planeta y es debido a que el hombre incrementa la concentración de los gases N^a (como el CO₂, CH₄ y el N₂O) y a que introduce otros extraños capaces también de absorber la radiación IR como los CFC's, O₃ y otros gases como el SF₆, haciendo que la T^a sea mayor de la que debería ser de manera N^a, lo que produce un desequilibrio en el balance energético terrestre que se traduce en un calentamiento de la atmósfera que en los últimos años ha llegado a ser de entre 0,3-0,6 °C.

No todos los gases presentes en la atmósfera absorben la misma cantidad de radiación IR siendo el CO₂ el que más absorbe (50%), el CH₄ (18%), los CFC's (17%), el O₃ troposférico y el N₂O (9%). A estos gases se les denomina **GASES EFFECTO INVERNADERO**, de forma que el resto de los gases sólo contribuyen en un 6%.

También se debe tener en cuenta el vapor de agua, aunque ejerce un efecto compensador al incrementarse el nivel de nubes que reflejan la radiación solar que ya no llega a la superficie terrestre por lo que no se calienta.

La distribución de estos gases efecto invernadero en la atmósfera es homogénea (salvo el O₃).

Los gases efecto invernadero de origen antropogénico son liberados principalmente por la combustión de combustibles fósiles y los incendios pero también su concentración es elevada debido a la deforestación (ya que el CO₂ deja de consumirse).

Algunas posibles soluciones para reducir las emisiones de los gases efecto invernadero pueden ser:

- Reducir el consumo de combustibles fósiles
- Aumentar la eficiencia energética de los procesos de combustión
- Incrementarse el uso de energías renovables
- Usar tecnologías más respetuosas con el medio ambiente
- Buscar la sostenibilidad

A lo largo de los últimos años los países desarrollados y en vías de desarrollo han ido firmando Protocolos y Convenios para reducir las emisiones de este tipo de gases tales como el Protocolo de Kioto para los gases CO₂, CH₄, N₂O, SF₆ y los CFC's. El último Convenio ha sido el de Paris (2016).

Un resumen de los principales acuerdos internacionales es:

ACUERDOS	CFCs 11,12,113,114	HALONES	Cl ₂ C y CH ₃ CCl ₃	HCFCs	CH ₃ Br
Montreal 1987	1990 Congelación a nivel 1986 1994 20% Reducción 1999 50% Reducción				
Londres 1990	2000 Eliminación	1992 Congelación a nivel 1986 1995 Reducción 50% 2000 Eliminación	2000 Eliminación CCl ₄ 2005 Eliminación CH ₃ CCl ₃		
Copenhague 1993	1-1-1996 Cese producción	1-1-1996 Cese producción y consumo (excepto algún caso)	1996 Cese producción y consumo	1996 Limitación producción 2020 Eliminación	1995 Congelación a niv
U.E. 1993	1-1-1995 Eliminación	1-1-1994 (Cese producción y consumo (excepto almacenados)	1-1-1995 Eliminación	2004 Reducción producción 35% 2015 Cese producción	1-1-1998 Reducción producción 25%

3. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS SEGÚN SU TIEMPO DE PERCEPCIÓN

Los efectos de los contaminantes más importantes son:

3.1. A LARGO PLAZO: EL CAMBIO CLIMÁTICO

Existen muchas evidencias de que el clima terrestre está cambiando más de lo que cabría esperar. Esto lleva asociado una serie de problemas, que ya estamos empezando a notar algunas consecuencias, tales como:

a) Elevación del nivel del mar

Ya que al aumentar la Tª terrestre (se ha estimado que a lo largo del SXXI ha aumentado entre 1-3,5°C) el agua se dilata, elevándose el nivel del mar debido a:

- la variación de la masa de agua de los océanos consecuencia de:
 - la lluvia y de las descongelaciones
 - la expansión térmica por el cambio de la densidad
- tanto el deshielo como el incremento en la pluviometría hacen que descienda la densidad del agua afectando a:
 - las corrientes profundas existentes entre el océano Índico y el Pacífico o entre el océano Atlántico norte y el cabo de Buena Esperanza en África.
 - la Tª de las mareas
 - el régimen de las mareas
- el deshielo hace que descienda el albedo por lo que el agua se calienta más rápidamente al no reflejarse la radiación solar.

Las zonas más afectadas son las zonas costeras, las islas y los atolones de forma que se ha estimado que un aumento de 1 metro del nivel del mar haría desaparecer el 6% de Holanda, el 18% de Bangladesh, las Islas Mauricio o las marismas y estuarios de muchos países como por ejemplo España, lo que conduce a un incremento importantísimo en el número de desplazados climáticos.

También se verían afectados:

- los corales
- la biodiversidad marina (ya que el aumento de la Tª haría descender la disponibilidad de los alimentos)
- descenso en el plancton con lo que se absorbería menos CO₂ incrementándose el efecto invernadero.
- El agua salada se introduciría en los niveles freáticos descendiendo la disponibilidad de agua de consumo.

b) Deterioro de los ecosistemas y de la biodiversidad

El incremento de la Tª del planeta hace que se desplacen hacia el norte (entre 150-550 Km) los climas actuales lo que conduce a procesos de deforestación y a falta de adaptación de las especies teniendo como consecuencia la pérdida de la biodiversidad y la extinción de especies animales y vegetales.

Además se incrementa el número de plagas y de patologías infecciosas.

Un ejemplo de una mala adaptación al cambio climático son:

- los árboles por lo que se produce un descenso en la cantidad de materia vegetal lo que conduce a un:
 - Incremento en la [CO₂]
 - Descenso del albedo y de la evapotranspiración.
- La agricultura de pastoreo y de montaña.

c) Cambios en la agricultura

Se tiende a una mayor sequedad del suelo durante los meses de verano y a un incremento de las lluvias en los meses de invierno, apareciendo unos cambios más bruscos de la Tª.

El cambio climático afecta de distinta manera a los países de forma que:

- Del Norte: ya que se vuelven más cálidos beneficiándose su agricultura.
- Tropicales y subtropicales: descendiendo sus cosechas.

d) Aumento en el número y periodicidad de desastres climáticos

Actualmente se está observando una gran variabilidad climática dando lugar a situaciones extremas.

Las predicciones concluyen que esta tendencia va a persistir apareciendo:

- Huracanes y ciclones tropicales
- Incremento en la intensidad y frecuencia de las olas de calor y las lluvias torrenciales.

e) Cambios en los asentamientos industriales y poblacionales

Lo que conduce a grandes pérdidas económicas y a que aparezcan los desplazamientos medioambientales (debido al descenso de los recursos) lo que conduce a conflictos y a grandes diferencias sociales que se traducen en guerras.

f) Desarrollo de patologías humanas

Estas patologías pueden ser:

- **DIRECTAS:** por las olas de calor y los desastres climáticos ya que el aumento de la T° en las ciudades da lugar a un mayor número de problemas cardíacos (infartos) y respiratorios afectando en mayor medida a ancianos y a niños.
- **INDIRECTAS:** por las alteraciones ecológicas y de los recursos N° , lo que conduce a la aparición de enfermedades, a malnutriciones y al hambre.

Se incrementan:

- las infecciones transmisibles por vectores (como las moscas, insectos al aumentar su población al aumentar la Tª) siendo frecuentes los brotes de malaria, dengue o la fiebre amarilla.

Al desplazarse hacia el norte las zonas secas, el campo de actuación de los vectores aumenta.

- Las enfermedades relacionadas con la escasez de agua (disentería). La escasez de agua hace que los contaminantes Qº y Bº se concentren.

3.2. A CORTO PLAZO

1. DAÑOS SOBRE LA SALUD HUMANA

2. DAÑOS SOBRE LOS SERES VIVOS

En los años 1960 se empezó a observar que en los países escandinavos, se estaban acidificando poco a poco los lagos y los suelos produciéndose daños en la fauna piscícola e incluso peligro de extinción de las especies más sensibles como la trucha parda afectando actualmente a más de 20.000 lagos de Suecia y Noruega.

Este mismo problema también se ha detectado ya en Canadá, al norte de EEUU y en países Europeos como Escocia, Alemania, Bélgica y Holanda.

La acidificación de las aguas también provoca un incremento en la solubilidad de los iones presentes en el suelo como el Al^{+3} y metales pesados como el Cd, Zn o el Pb. Todos ellos son tóxicos produciendo la mortalidad de peces y plantas acuáticas, lo que indirectamente afecta a otras especies que se alimentan de ellos.

Los suelos son más resistentes a la acidificación que las aguas, pero también sufren alteraciones como la mayor movilidad de los cationes Al^{+3} , Mg^{+2} y Ca^{+2} . Su lixiviación tiene como consecuencias la pérdida de nutrientes de los suelos favoreciéndose la absorción por parte de las plantas (por las raíces) de metales tóxicos como el Al^{+3} .

3. DAÑOS SOBRE LOS BIENES MATERIALES

El deterioro de los bienes materiales es debido a la deposición (por vía seca o húmeda) de sustancias de N^a ácida o particulada de contaminantes atmosféricos. Esta deposición acelera los daños producidos por los factores ambientales (tales como el viento, la T^a y la humedad) lo que conduce a:

1. Un ensuciamiento de las superficies de fachadas y monumentos histórico-artísticos donde se depositan los contaminantes atmosféricos, siendo el material particulado de tamaño >10 nm (procedentes del hollín o las cenizas de los vehículos a motor) el que más impacto visual produce debido a los cambios de color. Además de este efecto estético también se suele producir un cambio de reflectancia en las superficies opacas y una reducción de la transmisión de la luz en materiales transparentes.
2. La corrosión de los materiales de construcción. La corrosión es un fenómeno redox que aparece en los materiales metálicos y que se ve favorecido por la humedad, por la presencia de sustancias higroscópicas que aumenten la humedad en la superficie del metal y por la presencia de sales que al disolverse actúen como medio conductor de la reacción redox. Los contaminantes atmosféricos que causan corrosión son los NO_x y sobre todo el SO₂.
3. Los contaminantes atmosféricos son también degradantes de los materiales pétreos, sobre todo de los materiales calcáreos como la arenisca y el mármol debido a la reacción del CO₂ con la humedad del aire formándose el H₂CO₃ que disuelve al material calcáreo dando lugar al CaCO₃ cuyas características son diferentes al ser más poroso que la piedra, creándose huecos donde se acumula agua favoreciéndose el proceso de disolución además de favorecerse la formación de fisuras internas debido a procesos de congelación y dilatación al existir cambios de T^a. Se considera que el 20% de la degradación de este tipo de materiales es debida a ese H₂CO₃.
4. Los polímeros y las pinturas son también materiales que al estar expuestos a los contaminantes atmosféricos, sus propiedades se ven alteradas aunque también por factores ambientales como la radiación UV, la humedad y los hongos.

Sistema / Aparato	Efectos
Aparato cardiovascular	<ul style="list-style-type: none"> • Varias toxinas ambientales: plomo, CO₂, asbesto, arsénico, ozono, cadmio, cloruro de vinilo, CFCs y pesticidas, se han relacionado epidemiológicamente con la hipertensión y arritmias cardíacas. • Entre los mecanismos sugeridos de actuación de estas toxinas se incluyen: (1) lesión de los endotelios vasculares, (2) activación de leucocitos y plaquetas, (3) iniciación de la placa aterosclerótica, (4) estimulación de la respuesta inflamatoria, (5) hipertensión secundaria a lesión renal.
Aparato respiratorio	<ul style="list-style-type: none"> • A los efectos más conocidos de los contaminantes atmosféricos, recogidos en la tabla anterior, se pueden añadir las enfermedades relacionadas con la exposición a ciertos aeroalergenos y agentes infecciosos que serán tratadas en la próxima unidad didáctica.
Sangre y sistema hematopoyético	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha demostrado la alteración de la hemoglobina con reducción de su capacidad de transporte de oxígeno, en relación con el CO, los NOx y otros tóxicos ambientales. • El plomo y el arsénico pueden dañar directamente la membrana de los eritrocitos y dar origen a algunos tipos de anemias. • Ciertos compuestos orgánicos volátiles y sus metabolitos se han relacionado con la aparición de leucemias. • Algunos pesticidas y herbicidas se han asociado con la anemia aplásica y el desarrollo de linfomas.
Piel	<ul style="list-style-type: none"> • Aunque la mayoría de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la piel se relacionan con el exceso de radiación UV, algunos estudios actuales apuntan a que la absorción de contaminantes atmosféricos por vía transcutánea podría ser una fuente adicional de patologías.
Sistema nervioso	<ul style="list-style-type: none"> • Además del plomo, se han identificado otros muchos compuestos tóxicos supuestamente neurotóxicos. • Estudios recientes en el área de la psiquiatría ponen también de manifiesto que la contaminación atmosférica en todas sus vertientes supone un factor de estrés que agrava ciertas condiciones psiquiátricas.
Sistema inmune	<ul style="list-style-type: none"> • Los gases y partículas que penetran en los pulmones desencadenan respuestas inflamatorias inespecíficas en la mayor parte de los casos; sin embargo, ciertas sustancias —como el berilio— son capaces de estimular la aparición de respuestas inmunológicamente mediadas por linfocitos T, induciendo la aparición de enfermedades pulmonares granulomatosas. • El mercurio se ha relacionado con la aparición de enfermedades autoinmunes afectando a riñones y pulmones en animales de experimentación. • La exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) produce inmunosupresión. • Numerosas sustancias vehiculadas por el aire son causa de asma ocupacional cuyo origen son reacciones de hipersensibilidad alérgica.
Aparato genitourinario	<ul style="list-style-type: none"> • El plomo y algunos compuestos orgánicos volátiles pueden producir esterilidad. • Algunos metales pesados como el plomo y el mercurio son nefrotóxicos y pueden dar lugar a insuficiencia renal. • Las aminas aromáticas, que se producen en ciertos procesos industriales, causan cáncer de la vejiga urinaria.
Sistema endocrino	<ul style="list-style-type: none"> • El plomo, algunos pesticidas, los productos de combustión procedentes de las incineradoras y otros productos químicos, están actualmente en estudio ante la hipótesis —demostrada en algunos casos— de que afectan al equilibrio hormonal del ser humano.
Aparato digestivo	<ul style="list-style-type: none"> • La absorción de diversos productos químicos —en su mayor parte de origen industrial— se ha relacionado con el desarrollo de gastritis, necrosis esofágico-gástrica y cáncer gastrointestinal.

Contaminante	Concentración	Efectos
SO₂ asociado a partículas	200 µg/m ³ (media anual diaria) 500 µg/m ³ (media 24 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la mortalidad en mayores de 50 años. • Incremento de la frecuencia y severidad de las enfermedades respiratorias en niños pequeños. • Incremento de las admisiones hospitalarias por causas cardio-respiratorias. • Agudización de los síntomas en enfermos de bronquitis crónica y enfisema.
NO_x	200 µg/m ³ (media anual diaria)	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la frecuencia de infecciones respiratorias. • Irritación pulmonar con síntomas similares al enfisema. • Posible efecto carcinogénico por transformación en nitrosaminas.
CO	50 ppmv (2 horas) 30 ppmv (8 o más horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Carboxihemoglobinemia. • Cefalea. • Visión borrosa. • Alteraciones psicomotoras. • Cambios funcionales cardiacos y pulmonares.

Contaminante	Concentración	Efectos
O₃ y PAN	A partir de 0,2 ppm (400 µg/m ³) de media diaria	<ul style="list-style-type: none"> • Irritación ocular. • Agravación de las crisis de asma.
Plomo	Concentración en sangre superior a 40 µg/dl	<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones del comportamiento y rendimiento escolar en niños. • Posibles anomalías fetales. • Neurotoxicidad.

ANEXOS



Tipos de smog

- **Smog sulfuroso o húmedo:** se origina cuando existe una elevada concentración de partículas+ SO₂+ nieblas (T³, -1°C a 4°C). Se forma una neblina de color pardo gris, es propicia entre diciembre y enero.
- **Smog fotoquímico:** Se debe a la presencia en la atmósfera de oxidantes fotoquímicos (tales como el ozono troposférico, peróxidos...) sustancias muy oxidantes que son formadas por la interacción de la luz solar con diferentes compuestos atmosféricos.

ÍNDICE

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS
 1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO
 2. LLUVIA ÁCIDA
 3. DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE O₃ ESTRATOSFÉRICO
 4. EFECTO INVERNADERO
2. CONSECUENCIAS DE LOS EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
 1. CAMBIO CLIMÁTICO
 2. DETERIORO DE LOS BIENES MATERIALES
 3. ALTERACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS
 4. EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

- La ruta de reacción más frecuente para la obtención del smog fotoquímico es a través del ciclo de los óxidos de nitrógeno acoplado a otros contaminantes tales como los hidrocarburos.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

DEFINICIÓN:

- Es el nombre que recibe un tipo de contaminación cuyo efecto es a escala local, que aparece sólo en las grandes ciudades y que se caracteriza por la presencia de sustancias mucho más oxidantes que el O₂, generadas por la interacción de la luz solar con diferentes componentes atmosféricos.

Ciclo fotoquímico de los NO_x

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

- Los efectos nocivos de la niebla fotoquímica se incrementan cuando coinciden en espacio y tiempo ciertas condiciones meteorológicas que dificultan su dispersión tales como:
 - atmósfera estable
 - condiciones anticiclónicas
 - fenómenos de inversión térmica
 - días con niebla o nublados
 - orografía desfavorable: al encontrarse la ciudad en un valle o cerca de una zona rocosa que actúa de barrera frenando

Inversiones térmicas

Normalmente, el aire caliente de la superficie terrestre asciende y el aire de la parte superior de la atmósfera —más frío— cae, con lo cual se crea una circulación natural que dispersa los contaminantes superficiales del aire. Una inversión ocurre cuando las capas de aire de la atmósfera inferior son más frías que las superiores. La circulación natural sufre una interrupción y tanto el aire superficial acumulado como los contaminantes del aire se concentran alrededor de sus fuentes

Inversión térmica

- Situación normal: la temperatura desciende con la altura, lo que hace que el aire más caliente se desplace hacia arriba

Vientos

Tienen una gran importancia en la dispersión de los contaminantes en función de sus características:

- Dirección
- Velocidad
- Turbulencias

El viento aleja los contaminantes de la zona de emisión

- En una situación de inversión térmica, una capa de aire más calido se sitúa sobre la capa de aire frío, impidiendo la

Zonas costeras

Se originan brisas durante el día (A) que transportan los contaminantes tierra adentro y por la noche (B) sucede al revés.

Por otra parte, el aire está cargado de la humedad del mar y puede favorecer la acumulación de contaminantes

Zonas de valles fluviales y laderas

Se generan brisas de valle y montaña.

Durante el día se calientan las laderas y se generan corrientes ascendentes, mientras que en el fondo del valle queda el aire frío y contaminado

Durante la noche el aire frío desciende por las laderas, y se acumula en el fondo del valle, llegando a la misma situación anterior.

Además las propias laderas dificultan el movimiento del aire y por lo tanto la dispersión de los contaminantes

Movimiento del aire en una "isla de calor"

Boina de contaminación en las ciudades

Zonas urbanas

- Los edificios frenan los movimientos del aire y crean turbulencias.
- Las propias actividades urbanas (industria, tráfico, calefacciones,...) generan calor y se crea un microclima denominado ISLA DE CALOR. En la periferia de la ciudad, la temperatura es más fría.

Este fenómeno favorece la formación de brisas urbanas debido al ascenso del aire en el centro de la ciudad, cuyo hueco es ocupado por el aire frío procedente de la periferia.

Se dificulta la dispersión de los contaminantes, formando las cúpulas de contaminación, que se ven incrementadas en situaciones anticiclónicas y que pueden ser dispersadas por efecto de las lluvias y los vientos.

Los contaminantes, por otra parte pueden actuar como núcleos de condensación y la formación de tormentas, más frecuentes que en los alrededores de la ciudad.

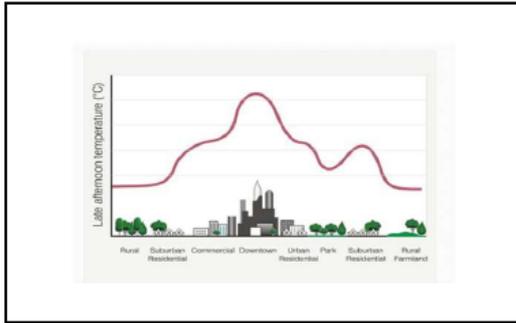
Circulación del aire en las ciudades

Circulación del aire en las ciudades

Difusa convectiva provocada por el calentamiento de la ciudad.

Intemperización de los humos de la contaminación industrial.

Formación de la capa de inversión y cúpula de contaminación.



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

- Un aumento en los niveles de inmisión que pueden producir episodios de extrema gravedad tanto en la salud de las persona y animales como en los bienes materiales.
- Esta situación es frecuente en ciudades como Tokio, Méjico, Los Ángeles pero también en Madrid , Bilbao o Barcelona.
- Esto conduce a que las administraciones deban tomar medidas drásticas con el fin de conseguir rebajar su concentración y mejorar la calidad del aire.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

- El smog fotoquímico está formado por los oxidantes fotoquímicos:
 - O₃ troposférico
 - Nitratos de peroxiacetilo (P.A.N.)
 - Radicales libres
 - Peróxidos
 - O atómico

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

Este efecto además se ve incrementado por el fenómeno de las ISLAS DE CALOR URBANO.

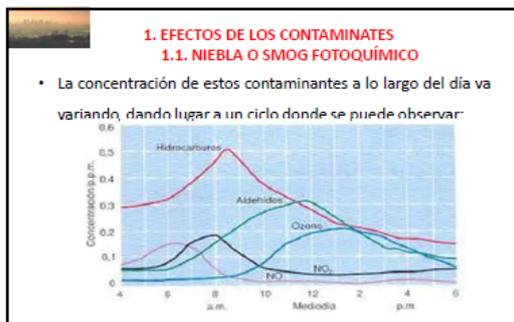
1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

- Los efectos que producen los oxidantes fotoquímicos en las grandes ciudades y sus zonas limítrofes son:
 - **Mala visibilidad:** al formarse una niebla sobre las grandes ciudades que dispersa la radiación solar y dificulta su paso.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

La intensidad de estos efectos sobre la salud depende de:

- La concentración de los oxidantes fotoquímicos.
- Clase de oxidante fotoquímico (siendo el O₃ del que se dispone de más información al ser el más estudiado).
- Tiempo de exposición.
- Estado de salud de las personas: siendo más grave en aquellas personas que ya padecen algún tipo de



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

- Salud de los animales y las personas

Los efectos más frecuentes son:

- Irritación de las mucosas (ocular y nasal): de forma que aparece a partir de 400 mg/ m³ de media diaria.
- Patologías respiratorias: como dolor de garganta o asma.
- Dolores de cabeza.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

- Alteración en la vegetación: pudiéndose producir necrosis (o muerte) celular sobre todo en las hojas lo que conduce a daños agudos y crónicos que dificulta la realización de la fotosíntesis lo que provoca un descenso en el crecimiento de la vegetación y un descenso en la producción agrícola.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

También se producen importantes alteraciones en las características de las pinturas de fachadas, de vehículos, de infraestructuras (como por ejemplo los puentes) pero también de obras de arte.

Todos estos efectos negativos se traducen en importantes pérdidas económicas.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

La intensidad de estos daños va a depender de:

- La concentración de los oxidantes fotoquímicos.
- Tipo de oxidante fotoquímico.
- Tiempo de exposición.
- Tipo de especie vegetal.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

DEFINICIÓN:

- Es la deposición de sustancias ácidas, tanto por vía seca como por vía húmeda, sobre un medio receptor (que puede ser una masa de agua, tierra, edificios, plantas, personas, animales, etc.)

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.1. NIEBLA O SMOG FOTOQUÍMICO

- Alteración de los bienes materiales: sobre todo de materiales polímeros con dobles enlaces (debido a su mayor reactividad frente a compuestos oxidantes).

Esta reactividad produce importantes modificaciones en la estructura y propiedades de estos materiales plásticos (variándose su resistencia mecánica, su elasticidad y su aspecto) volviéndose quebradizos, menos elásticos y menos resistentes.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- El pH del agua de lluvia normalmente tiene un valor que se encuentra entre 5,5 - 5,7 (carácter algo ácido) debido a la solubilidad del CO₂ atmosférico en el agua dando lugar al ácido carbónico:
$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$$
- Sin embargo, se considera lluvia ácida al agua de lluvia que tiene un pH < 5,5 (pudiendo llegar a ser incluso < 4) de forma que si el:
 - pH se encuentra entre 5 - 5,5 se considera de moderada acidez.
 - pH es < 5 se considera de marcada acidez capaz de causar

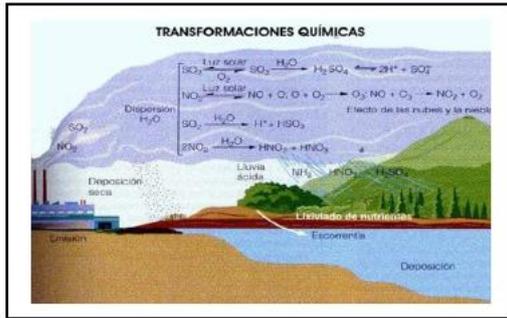
1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- La lluvia ácida se produce cuando los contaminantes primarios: SOx y NOx son emitidos a la atmósfera y una vez allí se oxidan (con el O₂ atmosférico o con otros oxidantes atmosféricos) dando lugar a diferentes sustancias ácidas pudiendo ser depositadas por vía seca o húmeda (al reaccionar con el vapor de agua).

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- El viento puede transportar estos compuestos desde su foco emisor a cientos o miles de Km provocando un efecto a nivel regional

El diagrama ilustra la circulación atmosférica global. Muestra las células de alta y baja presión en los polos (Célula Polar) y los trópicos (Célula de Fierro y Célula de Hadley). Se indican los frentes polares y las calmas ecuatoriales. Las latitudes 60° y 30° están marcadas.



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Si nos fijamos en el mapa de Europa, se pueden encontrar regiones donde el agua de lluvia presenta unos valores de pH normales próximos a 5,5 como en Portugal o España, pero también otras con valores cercanos a 4, como en Suecia, Países Bajos y Escandinavia.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- El principal foco emisor de sustancias ácidas es de origen antropogénico y la causa más importante son los procesos de combustión que tienen lugar en:
 - Fuentes fijas: como en las centrales termoeléctricas causantes principalmente de los SO_x .
 - Fuentes móviles: como el transporte causante principalmente de los NO_x .

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Al ser un efecto transfronterizo, estos valores no indican que sean estos países los principales emisores de sustancias ácidas, sino que son los que sufren este efecto en mayor medida debido a fenómenos de dispersión de forma que las emisiones han podido ser hechas en puntos geográficos muy alejados.
- Por eso es tan importante que los países firmen los tratados medioambientales internacionales que buscan disminuir las

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Las sustancias ácidas una vez en la atmósfera se pueden depositar por:
 - Vía húmeda: en forma de lluvia, de nieve o de niebla.
 - Vía seca: en forma de partículas o de gases. Esta vía es la que más contribuye en puntos próximos a los de emisión (en 2/3 partes) igualándose esta proporción en lugares muy alejados. Las partículas se pueden depositar por vía seca o formar parte de los núcleos de condensación de las

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- FASE GASEOSA: existiendo 2 vías de formación
 - Reacción con el OH : para dar lugar al HNO_3 que como mucho en una semana es depuesto por vía seca o húmeda.

$$\text{NO}_2 + \text{OH} + \text{M} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{M}$$

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Las principales sustancias que originan la lluvia ácida son los:
 - Ácidos orgánicos: como el fórmico o el acético en muy pequeña proporción.
 - HCl y HClO (ácido hipoclorito): que suponen el 5% del total de los ácidos que forman la lluvia ácida y cuyo origen puede ser
 - N^2 : debido a erupciones volcánicas, incendios y océanos
 - Antropogénico: debido principalmente a procesos de combustión de carbón así como a la combustión de

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINATES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- FASE GASEOSA: existiendo 2 vías de formación
 - Reacción con el O_3 troposférico: esta reacción sólo tiene lugar por la noche ya que al ser el NO_3 inestable en presencia de luz, se descompone rápidamente.

$$\text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_3 + \text{O}_2$$

$$\text{NO}_2 + \text{NO}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_5$$

$$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$$



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- HNO_3 : contribuye en un 30 % a la lluvia ácida y se forma a partir de los NO_x por oxidación en fase acuosa o gaseosa. Esta formación puede llevarse a cabo en:
 - FASE ACUOSA: aunque debido a la baja solubilidad de los NO_x en agua, esta fase tiene poca importancia cualitativa.



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- El HNO_3 además de poder ser depositado por vía húmeda o seca, puede seguir reaccionando de forma que en presencia de amoníaco genera el nitrato de amonio que es el componente nitrogenado más frecuente en la materia particulada y que se encuentra presente en los aerosoles marinos:

$$\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{NO}_3$$



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- H_2SO_4 : supone el 65 % de la lluvia ácida (al ser mucho más soluble que el NO_3).
- El SO_2 es el compuesto de azufre más importante que da lugar al H_2SO_4 aunque también contribuye el H_2S pero este se transforma en menos de 24 horas mayoritariamente (80%) en SO_2 por oxidación con O atómico, O_2 u O_3

$$\text{H}_2\text{S} + \text{O}_3 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Reacciones en fase acuosa: son reacciones más complejas ya que el SO_2 según el pH puede dar lugar a 3 especies diferentes :
 - $\text{pH} < 2$ la forma predominante es el SO_2 hidratado

$$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$$
 - $\text{pH} > 7$ la forma predominante es el ion sulfito SO_3^{2-}

$$\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$$
 - pH de lluvia el más abundante es el ión bisulfito



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Las reacciones que tienen lugar en cada una de las fases son diferentes de forma que:
 - Reacciones en fase gaseosa: donde la oxidación del SO_2 es debida a la acción del O_2 del aire pero en presencia de catalizadores (como el Fe, el Mn o el NH_3) que aumenten la velocidad de reacción ya que sino esta reacción no tendría lugar:

$$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$$



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Los efectos de la lluvia ácida pueden afectar tanto a los ecosistemas naturales como a los bienes materiales de forma que al depositarse las sustancias ácidas sobre un medio receptor, modifican su pH acidificándole y alterando sus propiedades.



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- El SO_2 se puede oxidar a SO_3 y depositarse en forma de H_2SO_4 por:
 - Vía seca: ocurre rápidamente.
 - Vía húmeda: es la mayoritaria debido a su alta solubilidad en agua, tanto en fase acuosa como gaseosa en una proporción del 60% en fase acuosa y un 40% en fase gaseosa.



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Posteriormente estas especies pueden reaccionar con diferentes compuestos en fase acuosa dando lugar al ácido sulfúrico. Algunas de estas reacciones pueden ser:
 - Oxidación con O_2 atmosférico: $2\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$
 - Oxidación con O_3 troposférico: $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
 - Oxidación con peróxidos: $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3\text{OOH}^-$

$$\text{SO}_3\text{OOH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$$



1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

– Una pérdida del potencial nutritivo de los suelos debido al descenso en el número de nutrientes (como el Ca^{+2} , Mg^{+2} o el Al^+) al incrementarse su solubilidad de forma que mediante fenómenos de lixiviación son arrastrados aguas abajo, empeorándose los cultivos y produciéndose la deforestación de grandes bosques de zonas industrializadas.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

– Sobre los ecosistemas: descendiendo el pH de los ríos, lagos y suelos provocando:

- Un importante descenso en el número de especies acuáticas llegando incluso al peligro de extinción de ciertas especies más sensibles como la trucha parda o ciertas especies de salmónidos (como ocurre en los lagos Noruegos, Suecos, de Canadá y en el norte de EEUU).

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

– También debido a la pérdida del potencial nutritivo de los suelos, se ve favorecida la absorción por las raíces de ciertos elementos tóxicos presentes en el suelo como los metales pesados y tóxicos (como el Al , Cd , Zn o Pb).

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

– Un incremento en el número de especies tóxicas y contaminantes presentes en el agua tales como los metales pesados y tóxicos (como el Al , Cd , Zn o Pb) que se encontraban en el suelo y que debido a fenómenos de lixiviación han llegado a aguas abajo al incrementarse su solubilidad consecuencia de la acidificación del suelo.

Una vez disueltos en el agua pueden causar:

- la muerte de ciertos peces y plantas acuáticas

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

– Aparición de enfermedades tales como:

- Necrosis celular: en las copas, corteza y hojas de los árboles con la aparición de coloración rojiza.
- Clorosis: debido a la alteración del metabolismo de la clorofila apareciendo zonas amarillentas.
- Fluorosis: el F es tóxico a concentraciones muy bajas siendo suficiente 5 mg/m^3 durante una hora para que se empiecen a observar alteraciones en las hojas de los

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

Un problema adicional de la fluorosis es que una vez acumulado el F en las plantas puede ser transmitido a la cadena trófica siendo una enfermedad frecuente en la cabaña bovina alimentada con pastos contaminados.

En el ser humano la fluorosis produce alteraciones óseas y manchas en el esmalte dental si la exposición ha tenido lugar durante la formación de los dientes.

- Una de las especies más sensibles a la aparición de

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

Las piedras arenosas y calizas frecuentes en monumentos y esculturas, se corren con más rapidez en el aire cargado de ácido; la reacción con el CaCO_3 del material y lo convierte en CaSO_4 (yeso soluble).

La desfiguración y disolución de famosas vitruvias y monumentos, como el Acrópolis de Atenas y templos artísticos de Italia se ha acelerado considerablemente en los últimos 30 años.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA



Daños en hojas y árboles por la lluvia ácida

Imagen de contaminación ambiental

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Sobre las personas y animales

Efectos del dióxido de azufre en la salud	
Concentración (ppm)	Efectos
1 - 6	Broncoconstricción.
3 - 5	Concentración mínima detectable por el olfato.
8 - 12	Irritación de la garganta.
20	Irritación en los ojos y nariz.
50 - 100	Concentr. máxima para una exposición corta (30 min.)
400 - 500	Puede ser mortal, incluso en una exposición breve.

Efectos de los óxidos de nitrógeno en la salud	
Concentración ppm (mg/l)	Efecto
1 - 3	Concentración mínima que es detectable por el olfato.
3	Irritación de nariz, garganta y ojos.
25	Congestión y enfermedades pulmonares.
100 - 1000	Puede ser mortal, incluso tras una exposición breve.

1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
1.2. LLUVIA ÁCIDA

- Sobre los materiales: ya que al existir sinergismo con la niebla fotoquímica, se producen daños irreversibles en zonas urbanas en materiales de naturaleza:
 - **Metálica:** al favorecerse los fenómenos de corrosión.
 - **Pétreo:** al aumentar su deterioro al producirse una reacción ácido-base entre la caliza que se encuentra presente en la piedra (base) y los ácidos para dar lugar a una sal (con peores propiedades) + H₂O.

Soluciones frente a la lluvia ácida

Corto plazo :

- La neutralización de lagos y demás corrientes de aguas, mediante el agregado de una base, lo que provoca un aumento de pH.

Largo plazo es la reducción de las emisiones:

- 1.Utilización de combustibles con bajos contenidos en azufre.
- 2.Neutralizar las emisiones con carbonato cálcico. Filtros en las centrales térmicas.
- 3.Uso de energías alternativas y disminución del uso de combustibles fósiles.
- 4.Reducir el consumo de energía doméstico.
5. Transportes más ecológicos.
- 6.Fomentar el reciclaje.

ACTIVIDAD 1: EL BLOG DE CLASE

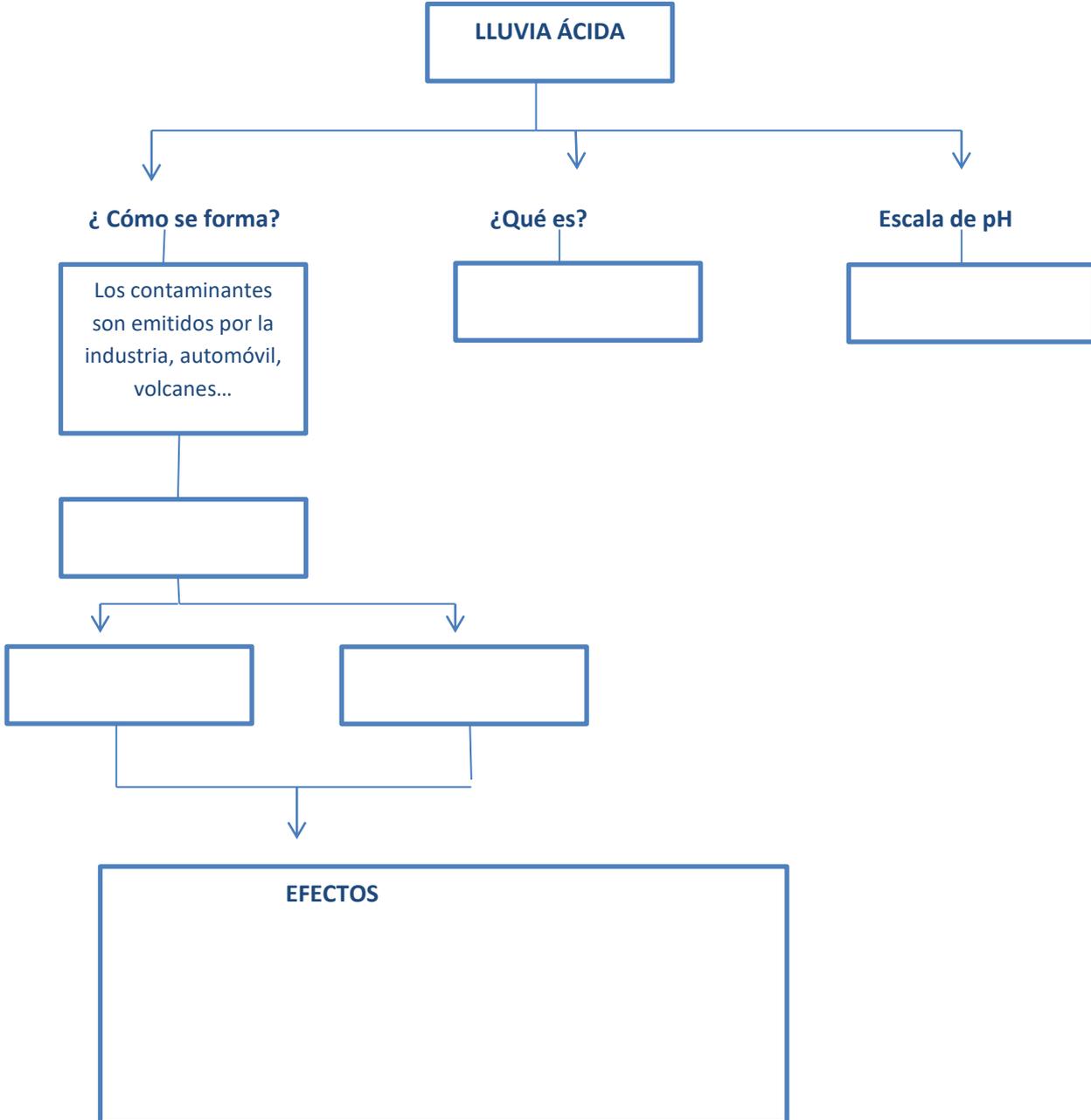


CUESTIONARIO INICIAL

¿A que se llama smog fotoquímico?	
¿ A qué se llama lluvia ácida?	
¿ Qué es exactamente el cambio climático?	
¿ A qué se llama inversión térmica?	
¿ Qué es el efecto invernadero?	
¿ De dónde salen los gases del efecto invernadero?	
¿Cuál es la causa del cambio climático?	
¿ Cómo nos afecta el cambio climático?	

ACTIVIDAD 2: MAPAS CONCEPTUALES

LLUVIA ÁCIDA:



ACTIVIDAD 3: TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

<http://www.elnortedecastilla.es/valladolid/capital-vallisoletana-supera-20180420172903-nt.html>

<https://www.valladolid.es/es/rccava>

Lectura del artículo del periódico a comentario, a partir de este artículo se explica las estaciones de medición del ayuntamiento, la página del ayuntamiento y las estaciones de medición existentes en Valladolid:

ESTACIÓN	SO2	NO/NO2	CO	O3
Arco Ladrillo II		X	x	
Rubia II	x	X		
Vega Sicilia		X		x
Puente Poniente		X		x
Valladolid sur		X		x



Ayuntamiento de Valladolid

Servicio de Medio Ambiente
RCCAVA



INFORME DE ENSAYOS Nº 001/20180417	
Red de Control de la Contaminación Atmosférica de Valladolid	
Laboratorio de Ensayos	
Paseo del Hospital Militar, 11 Bis (Casa del Barco)	Tlf. 983426222
47007 Valladolid	Fax. 983426210

Estación laboratorio:	Arco de Ladrillo II	Analizadores	NO_x	nº de serie	2992
			CO	nº de serie	489
Datos quinceminutales correspondientes al día:			2018/04/17		
Cliente:			Población y Administraciones pertinentes		
Fecha de validación de datos:			2018/04/18		

Material a ensayar	Ensayo	Procedimientos de ensayo
Aire ambiente	Monóxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO ₂) por quimioluminiscencia NO: ($\geq 37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) NO ₂ : ($\geq 57 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Procedimiento interno PNT 504.2
	Monóxido de carbono (CO) por espectroscopia infrarroja no dispersiva CO: ($\geq 1,0 \text{ mg}/\text{m}^3$)	Procedimiento interno PNT 504.8

Tabla de códigos empleados para el marcaje e identificación de los datos:

Tipo de datos	Código
Valor válido	"valor"
Valor fuera de rango	<"límite inferior del rango" >"límite superior del rango"
Valor excluido en el proceso de validación	N
Sin datos	SD
Calibración o verificación	C
Mantenimiento	M

El Director Técnico de la RCCAVA
José Carlos García Pérez

Firmado electrónicamente

Los datos que aparecen en las tablas de las páginas siguientes se corresponden con la hora UTC +/-0 ó Z y se encuentran expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y mg/m^3 . La unidad de concentración en el S.I. es el mol: $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO=0,802 nmol/mol de NO; $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO₂=0,523 nmol/mol de NO₂; $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ de CO=0.86 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ de CO.

La incertidumbre de ensayo se encuentra a disposición de cualquier cliente que lo solicite.

Página 1 de 4

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.



Ayuntamiento de Valladolid

Servicio de Medio Ambiente
RCCAVA



INFORME DE ENSAYOS Nº 004/20180417

Red de Control de la Contaminación Atmosférica de Valladolid

Laboratorio de Ensayos

**Paseo del Hospital Militar, 11 Bis (Casa del Barco)
47007 Valladolid**

Tif. 983426222

Fax. 983426210

Estación laboratorio:	Vega Sicilia	Analizadores	NO _x	nº de serie	2807
			O ₃	nº de serie	1471
Datos quinceminutales correspondientes al día:		2018/04/17			
Cliente:		Población y Administraciones pertinentes			
Fecha de validación de datos:		2018/04/18			

Material a ensayar	Ensayo	Procedimientos de ensayo
Aire ambiente	Monóxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO ₂) por quimioluminiscencia NO: ($\geq 37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) NO ₂ : ($\geq 57 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Procedimiento interno PNT 504.2
	Ozono (O ₃) por fotometría ultravioleta O ₃ : ($\geq 34 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Procedimiento interno PNT 504.9

Tabla de códigos empleados para el marcaje e identificación de los datos:

Tipo de datos	Código
Valor válido	"valor"
Valor fuera de rango	<"límite inferior del rango" >"límite superior del rango"
Valor excluido en el proceso de validación	N
Sin datos	SD
Calibración o verificación	C
Mantenimiento	M

El Director Técnico de la RCCAVA José Carlos García Pérez Firmado electrónicamente
--

Los datos que aparecen en las tablas de las páginas siguientes se corresponden con la hora UTC +/-0 ó Z y se encuentran expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La unidad de concentración en el S.I. es el mol: $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO=0,802 nmol/mol de NO; $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO₂=0,523 nmol/mol de NO₂; $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O₃=0.5 nmol/mol de O₃.

La incertidumbre de ensayo se encuentra a disposición de cualquier cliente que lo solicite.

Página 1 de 4

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.



Ayuntamiento de Valladolid



**Servicio de Medio Ambiente
RCCAVA**

INFORME DE ENSAYOS N° 002/20180417

Red de Control de la Contaminación Atmosférica de Valladolid

Laboratorio de Ensayos

Paseo del Hospital Militar, 11 Bis (Casa del Barco)

47007 Valladolid

Tif. 983426222

Fax. 983426210

Estación laboratorio:	La Rubia II	Analizadores	SO ₂	n° de serie	525
			NO _x	n° de serie	3007
Datos quinceminutales correspondientes al día:	2018/04/17				
Cliente:	Población y Administraciones pertinentes				
Fecha de validación de datos:	2018/04/18				

Material a ensayar	Ensayo	Procedimiento de ensayo
Aire ambiente	Dióxido de azufre (SO₂) por fluorescencia ultravioleta SO ₂ : (≥ 67 µg/m ³)	Procedimiento interno PNT 504.1
	Monóxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂) por quimioluminiscencia NO: (≥ 37 µg/m ³) NO ₂ : (≥ 57 µg/m ³)	Procedimiento interno PNT 504.2

Tabla de códigos empleados para el marcaje e identificación de los datos:

Tipo de datos	Código
Valor válido	"valor"
Valor fuera de rango	<"límite inferior del rango" >"límite superior del rango"
Valor excluido en el proceso de validación	N
Sin datos	SD
Calibración o verificación	C
Mantenimiento	M

El Director Técnico de la RCCAVA
José Carlos García Pérez

Firmado electrónicamente

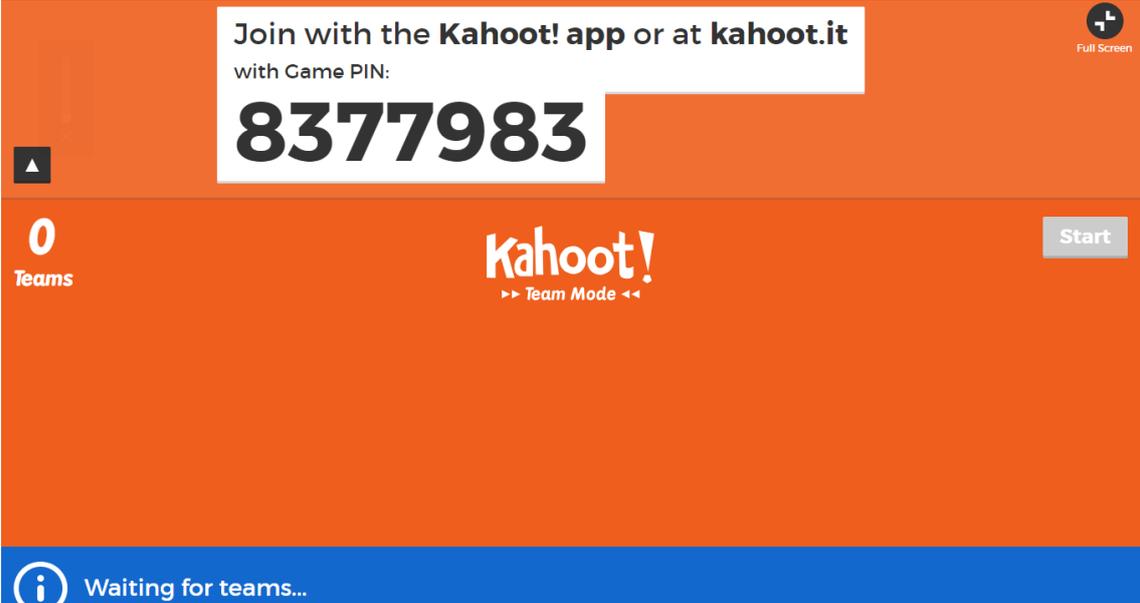
Los datos que aparecen en las tablas de las páginas siguientes se corresponden con la hora UTC +/-0 ó Z y se encuentran expresados en µg/m³. La unidad de concentración en el S.I. es el mol: 1 µg/m³ de NO=0,802 nmol/mol de NO; 1 µg/m³ de NO₂=0,523 nmol/mol de NO₂; 1 µg/m³ de SO₂=0,376 nmol/mol de SO₂.

La incertidumbre de ensayo se encuentra a disposición de cualquier cliente que lo solicite.

Página 1 de 4

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

Actividad 4: Cuestionarios.



Join with the **Kahoot! app** or at **kahoot.it**
with Game PIN:
8377983

0 Teams

Kahoot!
» Team Mode «

Start

Waiting for teams...



¿Cuáles son los dos tipos de smog existentes?

2 Team Talk

0 Answers

Skip

▲ Smog acuoso y gaseoso

◆ Smog sulfuroso y fotoquímico

● Smog húmedo y seco

■ Smog ácido y básico

Los efectos del smog fotoquímico pueden afectar a ...



Next

0 0 0 ✓1

Show media

End Game

▲ Visibilidad y salud de seres vivos

◆ Vegetación

● Bienes materiales

■ Todos los anteriores. ✓

La lluvia ácida es un efecto a escala



17

Skip

0 Answers



▲ regional

◆ local

● global

CUESTIONARIO TIPO TEST

1. ¿Cuáles de las siguientes propuestas son correctas?

1. La radiación solar visible y ultravioleta que se absorbe sobre la superficie terrestre se emite por la noche con la misma magnitud de onda.
2. Los procesos de fotoionización y fotodisociación que se dan en las capas altas de la atmósfera nos protegen de la radiación infrarroja del sol.
3. Los oxidantes fotoquímicos son sustancias presentes en la atmósfera que se han producido en procesos fotoquímicos y pueden oxidar materiales no directamente oxidables por el oxígeno.
4. Toda la radiación que emite el sol pertenece a las ondas de longitud visible e infrarrojo.

2. De las propuestas indicadas a continuación ¿Cuáles son falsas?

1. Los CFCs son compuestos muy estables y sus enlaces se rompen con radiaciones de longitud de onda de la zona ultravioleta.
2. El ozono estratosférico se destruye por la acción catalítica de átomos de cloro.
3. La peligrosidad de las partículas para el ser humano dependen, entre otros factores de su tamaño.

3. ¿Cuáles de las afirmaciones siguientes son ciertas?

1. El ozono troposférico es uno de los contaminantes presentes en el smog fotoquímico de las ciudades.
2. El smog fotoquímico se relaciona especialmente con los contenidos en la atmósfera de SO₂, hidrocarburos y humedad.
3. El ozono es un contaminante troposférico.
4. En el smog fotoquímico participan los denominados oxidantes fotoquímicos que son unos contaminantes secundarios.

4. ¿Cuáles de las propuestas idénticas a continuación son ciertas?

1. Reduciendo el contenido de nitrógeno en los combustibles disminuiría de forma importante la emisión a la atmósfera de NO en las combustiones.
2. La mayoría de los contaminantes emitidos de la superficie terrestre alcanzan con facilidad la estratosfera.
3. Es interesante que exista una determinada cantidad de ozono en la atmósfera ya sea la troposfera o en la estratosfera.

5. De las proposiciones siguientes ¿cuáles son correctas?

1. El ciclo fotoquímico de los óxidos de nitrógeno se ve alterado por la presencia de hidrocarburos en la atmósfera.
2. Los SO y NO son los principales causantes de la lluvia ácida.
3. Se dice que un contaminante del aire es secundario cuando existe en pequeñas cantidades.
4. La combustión del carbono es una causa de la lluvia ácida, cosa que no ocurre de manera apreciable con la combustión de la mayoría de los gases naturales, aunque ambas contribuyen al efecto invernadero.

6. Indicar cuales de las propuestas planteadas son ciertas:

1. Una proporción adecuada aire/ combustible puede permitir eliminar a la vez CO, HC Y NO de los gases de escape de un automóvil.
2. El monóxido de carbono atmosférico puede ser absorbido por el suelo.
3. Las partículas presentes en la atmósfera proceden en un elevado porcentaje de fuentes naturales, destacado la formación de partículas de la marina.
4. En la atmósfera se han ido incrementando las cantidades de CFC's debido a que son casi inertes químicamente y pueden difundirse hasta la estratosfera.

7. Indique la respuesta correcta:

1. El efecto pernicioso de las partículas en suspensión sobre la salud depende fundamentalmente de su composición, pero no de su tamaño.
2. Las emisiones de CO e hidrocarburos a la atmósfera provocan la lluvia ácida y el mal de la piedra.
3. Los CFC'S son compuestos que contribuyen al llamado efecto invernadero y a la disminución de la capa de ozono.
4. Los oxidantes fotoquímicos pueden deteriorar ciertos materiales poliméricos como el caucho.

8. ¿Cuáles de las siguientes propuestas planteadas son correctas?

1. A escala global, el origen de los contaminantes primarios en la atmósfera es fundamentalmente antropogénico.
2. Las concentraciones de los componentes del smog fotoquímico varía a lo largo del día.
3. El smog fotoquímico se ve favorecido en condiciones climáticas secas y luminosas.
4. Las partículas presentes en la atmósfera acaban depositándose en la corteza terrestre por dos vías: deposición seca y húmeda.

9. Señala cuales de las propuestas indicadas a continuación son ciertas.

1. Todos los óxidos de nitrógeno que se emiten a la atmósfera ocasionan efectos semejantes.
2. La disminución de la capa de ozono estratosférico se atribuye esencialmente a los CFC's y NO.
3. Cuanto mayor sea la proporción aire/ combustible empleada en la combustión de un hidrocarburo, menor será la cantidad de CO emitido pero podría aumentar la de NO.
4. El incremento de las cantidades de los CFC's debe su parte a la inercia química lo que ha permitido su inercia y difusión hasta la estratosfera.

10. ¿Cuáles son los principales efectos que tienen sobre el planeta el consumo de combustibles fósiles?

1. Agotamiento de recursos naturales, aumento del efecto invernadero.
2. Agotamiento de recursos naturales, aumento del agujero de la capa de ozono, aumento del efecto invernadero.
3. Agotamiento de los recursos naturales, disminución de la biodiversidad, generación de residuos nucleares.

ACTIVIDAD 5: Prueba escrita

CENTRO: IES RAMÓN Y CAJAL

CURSO: SQ1

NOTA

MÓDULO: CEA

FECHA: 19-03-2018

NOMBRE/ APELLIDOS:

La nota de esta prueba será el 50% de la nota final de las pruebas objetivas de la 2ª evaluación

	1	1) Explica los equipos de muestreo utilizados para llevar a cabo un muestreo discontinuo.
	0,5 0,5	2) a) Enumera los objetivos de la evaluación de la calidad del aire. b) Explica que son las Redes de Control de la Contaminación Atmosférica (R.C.C.A.)
	1	3) Explica el método de análisis manual para conocer las partículas sedimentables en una zona industrial.
	1	4) Explica el método automático de determinación del O ₃ troposférico.
	1	5) Se analiza el SO ₂ del aire ambiente en un polígono industrial mediante espectroscopía de fluorescencia-ultravioleta. La captación se lleva a cabo durante 1 hora con una velocidad de flujo de 100mL/min. La absorbancia del SO ₂ en el equipo utilizado es de 0,545. Se dispone de una disolución patrón de concentración 125 ppm de SO ₂ . Se toma 1mL de dicho patrón y se enrasa en un matraz aforado de 100 mL. Se lleva a cabo la medida en el equipo obteniéndose un valor de absorbancia de 0,345. Calcular la concentración del SO ₂ en el aire del polígono expresado en µg/ m ³ .

CENTRO: IES RAMÓN Y CAJAL

CURSO:

SQ1

NOTA

MÓDULO: CEA

FECHA: 19-03-2018

NOMBRE/ APELLIDOS:

	1	1) ¿Qué es el smog fotoquímico? Efectos.
	1	2) El H ₂ SO ₄ como principal sustancia que origina la lluvia ácida.
	1	3) Efecto invernadero. Tipos.
	1	4) Los CFC'S como causantes de la destrucción de O ₃ .
	1	5) Cita y desarrolla tres consecuencias del cambio climático.