

1. RECURSOS ENERGÉTICOS VINCULADOS A LA ATMÓSFERA
  - 1.1. ENERGÍA SOLAR
  - 1.2. ENERGÍA EÓLICA
2. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA  
DEFINICIÓN, FUENTES y TIPOS DE CONTAMINACIÓN
3. CONTAMINACIÓN QUÍMICA
  - 3.1. TIPOS DE CONTAMINANTES Y SUS EFECTOS
  - 3.2. DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES
  - 3.3. CONTAMINACIÓN LOCAL: SMOG
  - 3.4. CONTAMINACIÓN REGIONAL: LLUVIA ÁCIDA
  - 3.5. CONTAMINACIÓN GLOBAL:
    - DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO
    - INCREMENTO DEL EFECTO INVERNADERO Y CAMBIO CLIMÁTICO
  - 3.6. CALIDAD DEL AIRE
4. CONTAMINACIÓN FÍSICA DE LA ATMÓSFERA
  - 4.1. CONTAMINACIÓN SONORA O ACÚSTICA
  - 4.2. CONTAMINACIÓN TÉRMICA
  - 4.3. CONTAMINACIÓN RADIACTIVA
5. CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA
6. RIESGOS DERIVADOS DE LA DINÁMICA ATMOSFÉRICA
  - 6.1. HURACANES
  - 6.2. TORNADOS
  - 6.3. VENDAFALES
  - 6.4. GOTA FRÍA
  - 6.5. SEQUÍAS
  - 6.6. RIESGO TÉRMICO



# 1. RECURSOS ENERGÉTICOS VINCULADOS A LA ATMÓSFERA

Los dos recursos energéticos vinculados a la atmósfera son, la **energía solar**, procedente del sol, y la **energía eólica**, derivada de la dinámica atmosférica.

## 1.1. LA ENERGÍA SOLAR

El sol es la principal fuente de energía de nuestro planeta, además la mayoría de las energías renovables dependen en mayor o menor medida de esta fuente de energía.

La energía solar se aprovecha mediante dos sistemas técnicos: energía solar fotovoltaica y energía solar térmica (activa y pasiva)

### La energía solar fotovoltaica

Consiste en la transformación directa de la energía luminosa en energía eléctrica, por medio de **células solares** o **celdas fotovoltaicas**. Están formadas por dos láminas muy delgadas de materiales semiconductores (como el silicio), donde la energía luminosa (fotones) excita los electrones del material semiconductor y su flujo genera electricidad. Para conseguir una mayor tensión eléctrica se conectan varias celdas en serie, formando así un **panel fotovoltaico**. Esta energía se almacena en acumuladores para disponer de corriente eléctrica por la noche o en días nublados.

Aplicaciones:

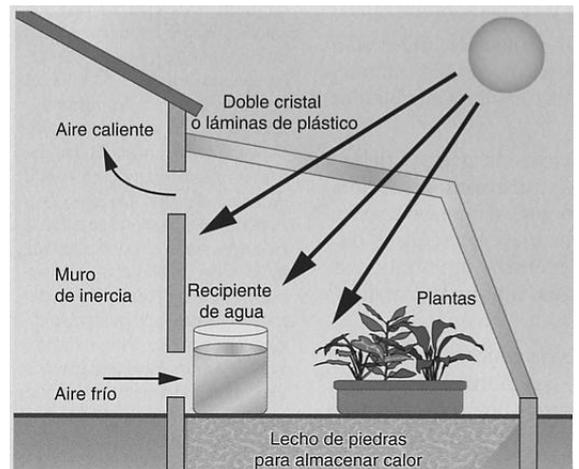
Obtención de energía en zonas alejadas de líneas de tensión (teléfonos de urgencias de carreteras,...), funcionamiento de satélites artificiales y estaciones espaciales.

Centrales fotovoltaicas y huertos solares que producen electricidad que se vierte a la red eléctrica.

### Energía solar térmica

Consiste en captar las radiaciones solares para calentar un fluido, que posteriormente, según la temperatura que alcance, es utilizado con diferentes fines. Según se precise de elementos mecánicos para captar la radiación solar, podemos hablar de:

- Energía solar pasiva. No emplea elementos mecánicos, y capta y acumular de forma directa la radiación solar. La emplea la **arquitectura solar**, diseñando amplias superficies acristaladas con las que se consigue el efecto invernadero, muros que acumulen calor, sistemas de aislamiento y reflectores térmicos que incrementan el efecto calorífico de la radiación en invierno y reflejan el calor en verano.



- Energía solar activa. El aprovechamiento energético se realiza mediante colectores de baja, media y alta temperatura.

En el caso de energía térmica de alta temperatura, se realiza concentrando los rayos solares, por medio de espejos (**heliostatos**), hasta conseguir una elevada temperatura del fluido y así se genera vapor suficiente para mover un turbina, que asociada a un alternador, produce electricidad. La mayor plataforma solar de este tipo de encuentra en Tabernas (Almería).

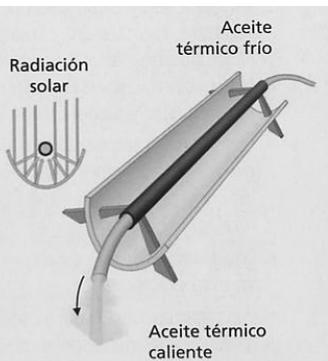
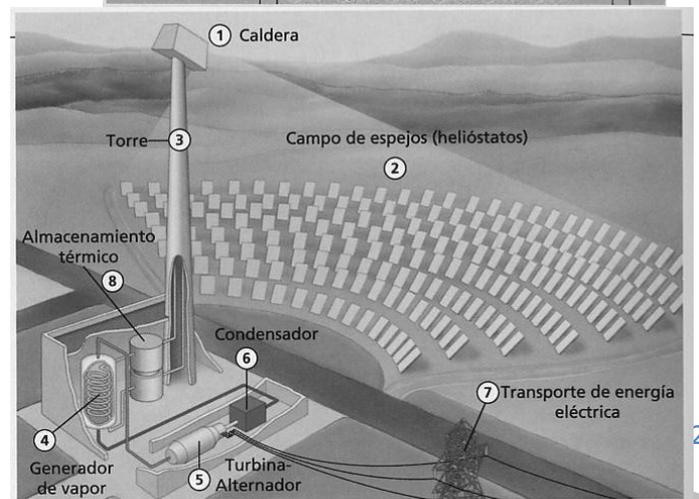


Figura 11. Colector solar de concentración parabólico.



La energía térmica de baja y media temperatura utiliza instalaciones más sencillas, con colectores solares dispuestos en los tejados o lugares despejados. Aunque no se consiguen alcanzar temperaturas superiores a 100 °C, resultan suficientes para calentar agua para usos domésticos o calefacción (ACS o agua caliente sanitaria), o sistemas de desalinización del agua.

### Ventajas e inconvenientes de la energía solar

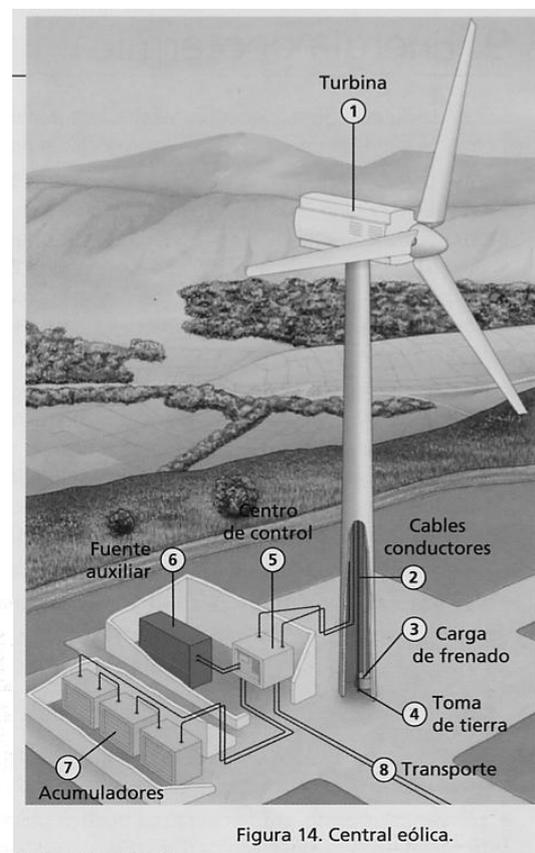
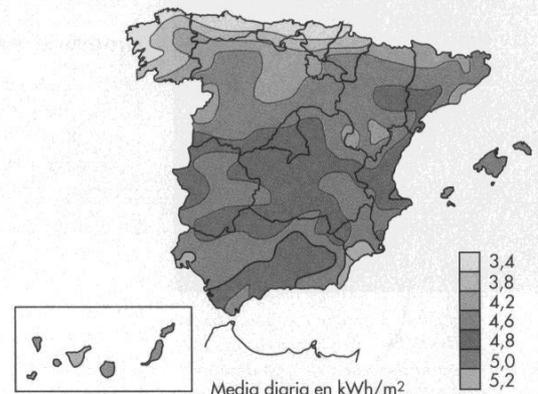
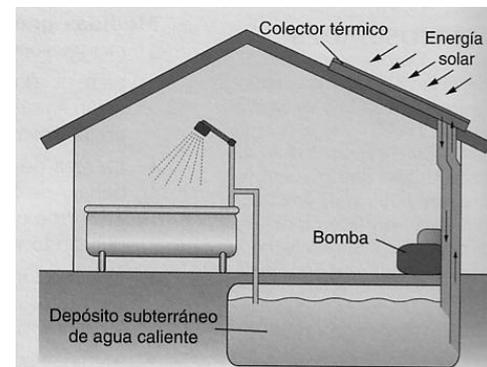
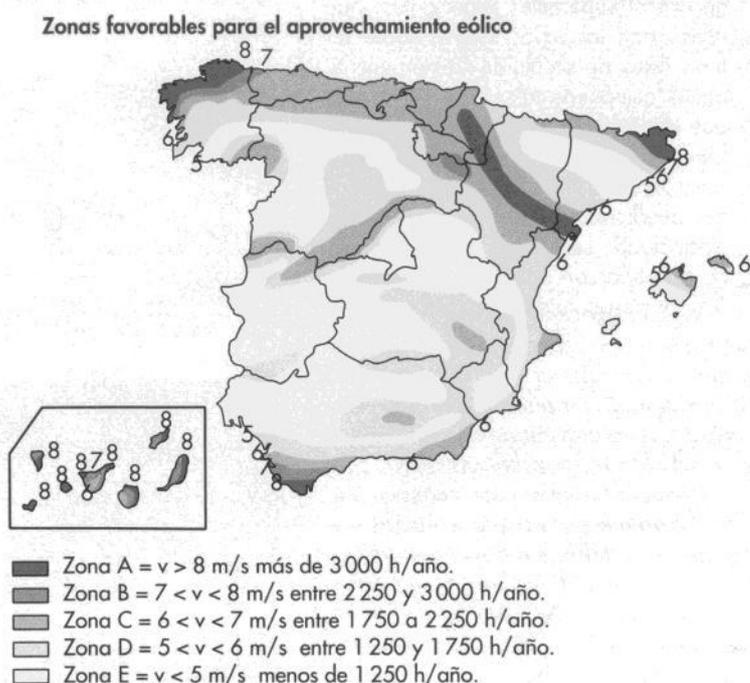
- **Ventajas:** es una energía renovable y limpia; a pequeña escala, tiene escaso impacto ambiental; reduce el consumo de energías no renovables; en España, favorece la independencia energética del exterior.
- **Inconvenientes:** elevado coste de producción; impacto visual de las grandes instalaciones (se necesitan 100.000 m<sup>2</sup> para obtener un megavatio); fuente de energía irregular y dispersa; dificultad de almacenamiento de la energía excedentaria

### 1.2. ENERGÍA EÓLICA

Es la energía debida al viento. Se lleva utilizando desde hace siglos gracias a los molinos de viento. Hoy día, para el aprovechamiento eléctrico, se utilizan **aerogeneradores**, que convierten la energía cinética del viento en electricidad. Ello se consigue cuando el viento choca contra las palas de los aerogeneradores accionando el rotor de un alternador. El emplazamiento de los aerogeneradores se hace de forma individual si son de gran potencia, o agrupados, formando los llamados **parques eólicos**.

### Ventajas e inconvenientes de la energía eólica

- **Ventajas:** es una energía renovable y limpia; alta eficiencia energética; reduce el consumo de las energías no renovables; fuente de energía eléctrica para núcleos rurales aislados de la red eléctrica general
- **Inconvenientes:** existen pocos emplazamientos adecuados, y los mejores son de difícil acceso o plantean problemas de transporte de energía; carácter aleatorio en la disponibilidad, debido a los cambios en la velocidad y dirección del viento; elevado coste de producción; impacto ambiental, debido al gran impacto visual, la contaminación acústica, el efecto negativo sobre las aves (dificulta su circulación y puede ocasionarle la muerte) y el incremento de la erosión.





### Contaminantes principales, origen y efectos

	Origen	Efectos
Partículas	Cenizas de origen volcánico, incendios y combustión. Polvo de suelo, desierto y canteras. Partículas de sal del océano.	Obstruyen los estomas de las plantas y afectan al aparato respiratorio. Actúan como núcleos de condensación favoreciendo corrosión de metales.
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Por oxidación del H <sub>2</sub> S originado por descomposición de material orgánica. Combustión de carbón y fuel.	Lesiones en las hojas. Irritaciones en vías respiratorias y mucosas. Combinado con el agua forma H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , provocando smog clásico y lluvia ácida.
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) - N <sub>2</sub> O (monóxido de dinitrógeno) - NO (monóxido de nitrógeno) - NO <sub>2</sub> (dióxido de nitrógeno)	Actividad bacteriana en el suelo, tormentas y actividad volcánica. Quema de combustibles fósiles, fabricación de fertilizantes y quema de biomasa	Problemas respiratorios graves en el caso del NO <sub>2</sub> . Corrosión de metales y caliza.
Óxidos de carbono - CO (monóxido de carbono) - CO <sub>2</sub> (dióxido de carbono)	CO por combustión incompleta. CO <sub>2</sub> por actividad fotosintética y quema de combustibles fósiles.	El CO <sub>2</sub> es el principal causante del incremento de efecto invernadero y el calentamiento global.
Ozono troposférico (O <sub>3</sub> )	Por reacciones fotoquímicas a partir de NO <sub>x</sub> e hidrocarburos	Junto con hidrocarburos responsable del smog fotoquímico. Afecta a los neumáticos y a la celulosa.
Hidrocarburos - CH <sub>4</sub> - PAN - PNB	Putrefacción de materia orgánica (CH <sub>4</sub> ). Transporte, refinерías, vertederos, ganadería. Reacciones fotoquímicas.	Irritación de mucosas. Corrosión de metales. Junto con el O <sub>3</sub> son responsables del smog fotoquímico.

### 3.2. DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES

Hay una serie de factores que influyen en los procesos de contaminación atmosférica:

- En primer lugar las emisiones de los contaminantes. El **nivel de emisión** es la cantidad de cada contaminante vertido a la atmósfera en un período de tiempo determinado. El nivel varía según las características de los focos emisores y las condiciones en que se produce la emisión.
- Posteriormente se produce su transporte, difusión o acumulación, dependiendo de la capacidad dispersante de la atmósfera. Así se determinan unos niveles de inmisión de contaminantes, aceptables o no. El **nivel de inmisión** es el límite máximo tolerable de un contaminante en la atmósfera. Cuando los niveles de inmisión no son adecuados, disminuye la calidad del aire y se originan efectos negativos de la contaminación sobre el hombre, animales, vegetales y materiales.

Los factores que influyen en la dinámica de dispersión de contaminantes son varios:

- 1. Las características de las emisiones:** vienen determinadas por la naturaleza del contaminante (gas o partícula), su concentración y sus características físico-químicas (temperatura de emisión, velocidad de salida,...), y la altura del foco emisor.



**2. Condiciones atmosféricas:** las situaciones anticiclónicas dificultan la dispersión de contaminantes, al contrario que las de borrascas, que facilitan su dispersión.

Entre los factores atmosféricos a tener en cuenta, destacan:

- ▷ La temperatura del aire y sus variaciones con la altura, que determinan los movimientos de las masas de aire.
- ▷ Los vientos: su dirección indica la zona de desplazamiento de contaminantes; su velocidad, la capacidad de dispersión; su turbulencia provoca la acumulación de contaminantes.
- ▷ Precipitaciones: producen un efecto de lavado, arrastrando parte de los contaminantes al suelo.
- ▷ Insolación: favorece las reacciones fotoquímicas.

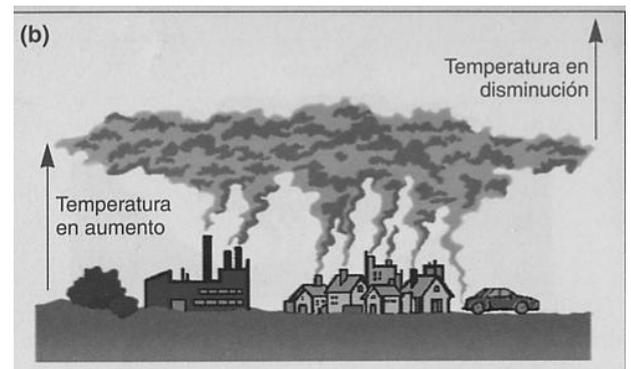
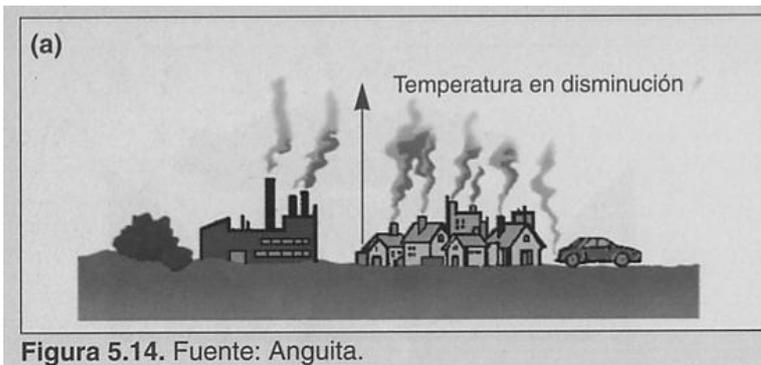


Figura 5.14. Fuente: Anguita.

### 3. Características geográficas y topográficas

- En zonas costeras, las brisas diurnas desplazan los contaminantes hacia el interior, mientras que las nocturnas los desplazan hacia el mar.
- En zonas de valles y laderas, durante el día las laderas se calientan y se crea una corriente ascendente de aire caliente, mientras que en el fondo del valle se acumula frío, originándose una inversión que impide la dispersión de los contaminantes. Durante la noche, sucede lo contrario, formándose brisas de montaña, que provocan el mismo efecto.

**4. La presencia de vegetación** disminuye la contaminación, al frenar la velocidad del viento, facilitando la deposición de las partículas. Además, la vegetación absorbe CO<sub>2</sub>, actuando de sumidero.

**5. La presencia de núcleos urbanos**, contribuye a disminuir o frenar la velocidad del viento, debido a la existencia de edificios. Los contaminantes, en ausencia de vientos fuertes no se dispersan y sin lluvias no se depositan, originando a cierta altura una inversión térmica. Las corrientes de aire cálido urbano, ascienden en su vertical y al enfriarse descienden por la periferia de la ciudad, creando una circulación cíclica local, que a modo de cúpula retiene la contaminación sobre ella y mantiene una temperatura superior en unos grados a la del entorno. Este efecto se denomina **isla térmica** o **isla de calor**.



Figura 1. Influencia de la topografía en el establecimiento de inversiones térmicas. A. Presencia de montañas costeras. B. Valle profundo. Fuente: Anguita, 1993.

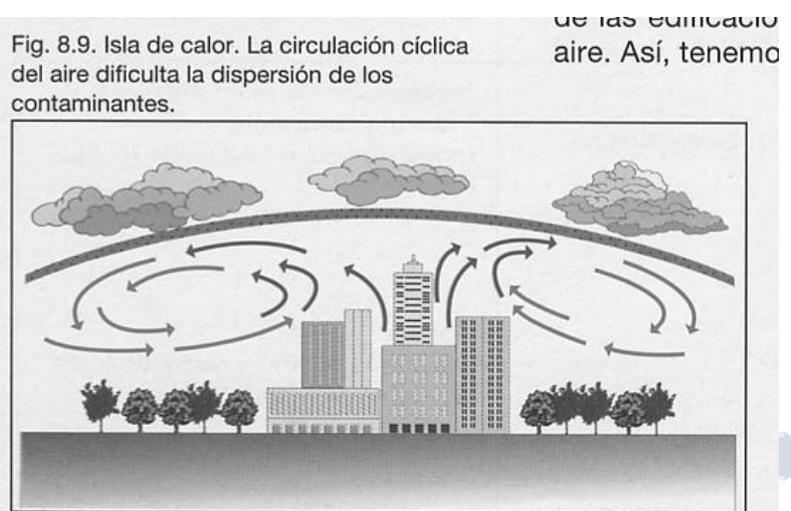


Fig. 8.9. Isla de calor. La circulación cíclica del aire dificulta la dispersión de los contaminantes.

de las edificación  
aire. Así, tenemos

### 3.3. CONTAMINACIÓN LOCAL: NIEBLAS Y HUMO (SMOG)

Este término procede del inglés: *smoke*, humo y *fog*, niebla, y designa a aquellos casos de mezclas de niebla con partículas de humo, que se forman con atmósferas muy húmedas y aire quieto, condiciones anticiclónicas que no permiten la dispersión de las partículas de humo. Este smog se produce con más frecuencia en ciudades costeras, pero también en grandes ciudades situadas en amplios valles, como México D.F. Se distinguen dos tipos de smog:

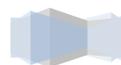
⇒ **Smog clásico o ácido**, en el que el principal componente es el  $SO_2$ , proveniente de motores y calefacción. Se produce en ciudades frías y húmedas, principalmente en invierno y los contaminantes que lo forman son primarios. Se oxida a  $SO_3$ , que con el vapor de agua produce  $H_2SO_4$ . Estos tres aerosoles son muy corrosivos y peligrosos para el aparato respiratorio (en Londres provocó 4.000 muertes en 1.952).

⇒ **Smog fotoquímico u oxidante**, debido a que los óxidos de nitrógeno de la atmósfera experimentan reacciones con hidrocarburos dando lugar a la formación de una mezcla de  $O_3$ , PAN y aldehídos, todos ellos potentes oxidantes. Este proceso se ve parecido por situaciones anticiclónicas, fuerte insolación y vientos débiles, sobre todo en verano. El smog fotoquímico produce irritación ocular, afecciones respiratorias, dolores de cabeza, alergias y daños en la vegetación y en los edificios (mal de la piedra), y la niebla formada, de color parduzco, reduce la visibilidad. (típica de Los Ángeles).

	SMOG ÁCIDO	SMOG FOTOQUÍMICO
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Anticiclónicas Inversión térmica: niebla y brumas Aire en calma Humedad relativa alta $\cong 85\%$ Temperaturas bajas $\cong -1^\circ C$ a $4^\circ C$	Anticiclónicas Inversión térmica Aire en calma Humedad relativa $\cong 50\%$ Temperatura $\cong 24^\circ C$ - $32^\circ C$
CONDICIONES TOPOGRÁFICAS	Zonas costeras Ciudades situadas en amplios valles, donde las montañas hacen de pantalla de los vientos	Zonas costeras Amplios valles
RADIACIÓN SOLAR	Baja	Alta
FUENTES DE CONTAMINANTES	Combustión de carbones o derivados del petróleo Motores, calefacciones	Combustión de petróleo o derivados Industria, tráfico intenso
NATURALEZA DE LOS CONTAMINANTES	$SO_2$ , $CO$ , partículas en suspensión	Oxidos de nitrógeno, hidrocarburos (contaminantes primarios) Formación de $O_3$ , PAN, PNB, aldehídos (contaminantes secundarios)
EFFECTOS PRODUCIDOS	Alteraciones bronquiales, tos, irritación de mucosas y ojos, clorosis y necrosis de hojas, corrosión de metales, demolición de caliza	Irritación de ojos, garganta, vías respiratorias, aumento de procesos asmáticos Colapso de células vegetales, daño en hojas, retardo de crecimiento y reducción de cosechas Desintegración de caucho, corrosión de metales

#### Medidas a adoptar.

Las medidas generales contra la contaminación atmosférica son válidas. Cuando se dan situaciones de verdadera alarma debido a las condiciones meteorológicas y a los niveles de emisiones, se puede restringir el tráfico y el uso de calefacciones.



### 3.4. CONTAMINACIÓN REGIONAL O TRANSFRONTERIZA: LLUVIA ÁCIDA

La lluvia no contaminada tiene un pH ligeramente ácido, de 5.6 a 15 °C, cuando arrastra protones que modifican su pH por debajo de 5.6 se habla de **lluvia ácida**. Esta acidez es debida a la emisión antrópica de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, de las centrales térmicas y automóviles. Estos gases interactúan con el sol, humedad y oxidantes atmosféricos, produciendo ácidos sulfúrico y nítrico (en menor cantidad ácido clorhídrico y ác. orgánicos).

Estos contaminantes secundarios pueden mantenerse varios días en la atmósfera y ser transportados, produciendo **contaminación transfronteriza**, cayendo al suelo en forma de lluvia ácida. Su deposición puede ser también seca, y es tan dañina como la húmeda.

El transporte de la lluvia ácida se puede ver frenado por algunos cationes (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y amonio NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), que básicamente proceden de la evaporación en los océanos, por lo que la lluvia ácida se transporta preferentemente en el mismo continente y se frena en los océanos. Las altas chimeneas usadas en las últimas décadas para evitar la contaminación local, proyectan los contaminantes a niveles donde puede ser fácilmente transportados por el viento a regiones y países distintos a los productores.

#### Efectos de la lluvia ácida

- Corroen metales y atacan a la piedra de monumentos y edificaciones.
- Deteriora la cutícula de las hojas, causando daño irreversible sobre el follaje, daño que se incrementa por la pérdida de nutrientes del suelo. El declive de los bosques de coníferas en los países escandinavos, Estados Unidos (Apalaches) y Alemania (Selva Negra) es uno de los efectos más notorios.
- Produce acidificación de lagos y agua dulces, dañando a las comunidades acuáticas. Además provocan asfixia al aumentar la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto en el agua.
- Produce acidificación de los suelos, en especial sobre los pobres en calcio y en bases (suelos silíceos), disminuyendo la reserva mineral para las plantas.

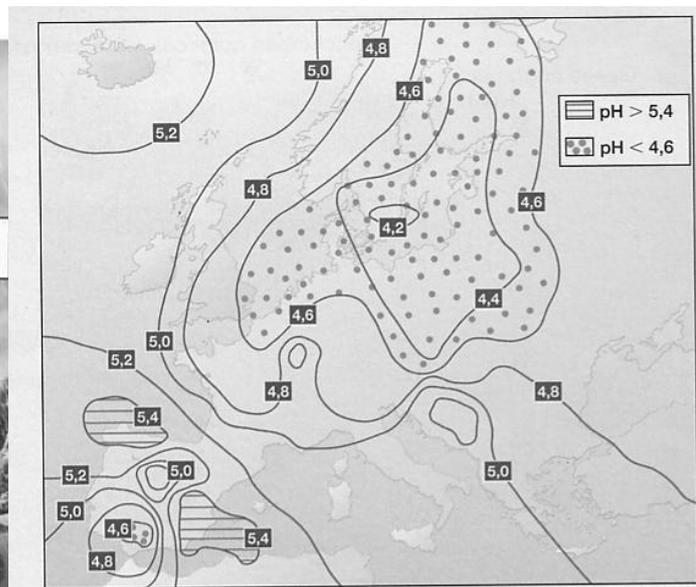
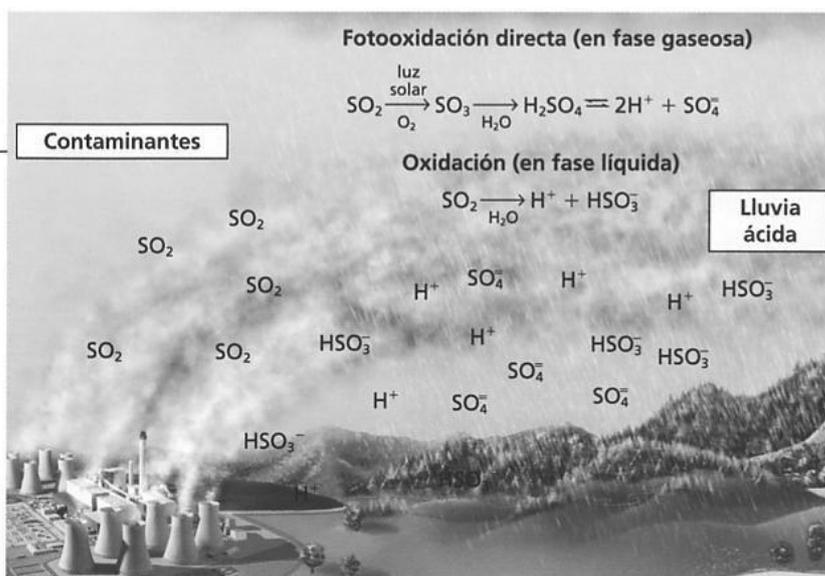
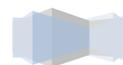


Fig. 8.15. Mapa de isolíneas de pH sobre Europa.

forma de *deposición*

#### Medidas a adoptar

- Reducir las emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno.
- Modificar el refinado de petróleo para reducir el contenido de azufre en gasóleos y fuelóleos.
- Sustituir el carbón por gasóleo y gas natural en las calefacciones.
- Utilizar chimeneas adecuadas que eviten la contaminación transfronteriza.



### 3.5. CONTAMINACIÓN GLOBAL

#### **DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO**

Ya vimos que el ozono estratosférico se crea cuando la radiación UV disocia las moléculas de O<sub>2</sub> a oxígeno atómico (O). Este se combina con el O<sub>2</sub> molecular y origina moléculas de ozono (O<sub>3</sub>). El ozono estratosférico al absorber la radiación UV se disocia y genera de nuevo moléculas y átomos de oxígeno.

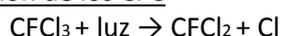
A finales de los años 70 se observó por primera vez una disminución del 40% en la cantidad de ozono de la estratosfera. La reducción tenía lugar durante la primavera en las regiones polares, principalmente en la Antártida. Este fenómeno se denominó agujero de ozono, y comenzaron a estudiarse sus causas, descubriéndose que los **clorofluorocarbonos (CFC)** fabricados durante décadas eran responsables en gran medida de la destrucción del ozono.

Los **CFC (freones)** son una familia de gases, que se utilizaban como propelentes de aerosoles, como líquidos refrigerantes de frigoríficos y como espumantes o disolventes. Debido a su estabilidad se pensaba que no provocaban reacciones nocivas en la atmósfera.

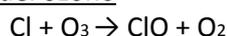
Otros compuestos halogenados que destruyen el ozono son los **CBr** (halones), **bromuro de metilo**, **tetracloruro de carbono** y **metilcloroformo**. En el año 1987 se firmó el protocolo de Montreal con el objetivo de que la industria dejará de fabricar estos contaminantes.

#### **Rotura del ozono por los CFC**

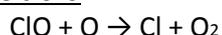
##### 1. Fotodisociación de los CFC



##### 2. Destrucción del ozono

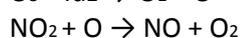
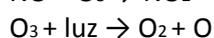
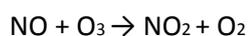


##### 3. Formación de cloro



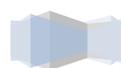
Cada átomo de cloro puede permanecer en la estratosfera 100 años y puede llegar a destruir de 20.000 a 100.000 moléculas de ozono.

Otros contaminantes destructores del ozono son los **óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)** y sobre todo el N<sub>2</sub>O que llega hasta la estratosfera procedente de procesos de desnitrificación bacteriana. El ritmo natural de generación de N<sub>2</sub>O ha aumentada debido al uso de abonos y fertilizantes sintéticos. Son responsables, en parte de la reducción del ozono en la baja estratosfera, ya que da lugar a otros óxidos de nitrógeno, como el monóxido de nitrógeno (NO).



#### **Formación del agujero de ozono en la Antártida**

Se han realizado en los últimos años numerosas mediciones del nivel de la columna de ozono en la Antártida, constatándose que las concentraciones son mínimas. El porqué el agujero de ozono es mayor en el polo sur que en el norte, se debe a que al tratarse de un gran continente, el enfriamiento invernal es muy intenso debido a un anticiclón, provocando la formación de **nubes de hielo estratosféricas polares (NEP)** a altitudes superiores a las habituales, para lo que necesitan temperaturas inferiores a los -83 °C. Estas bajas temperaturas inactivan los óxidos de nitrógeno que capturan el cloro, y así los NO<sub>x</sub> actúan como núcleos de condensación, que reaccionan con el agua y se transforman en HNO<sub>3</sub>, y al precipitar caen junto a la nieve. De esta manera al desnitrificarse la atmósfera, cuando llega la primavera austral, el cloro libre, comienza a destruir masivamente el ozono, sin que nada se lo impida. Además, la falta de ozono se realimenta positivamente, de manera que al no haber absorción de luz UV ni calentamiento de la



estratosfera, esta es más fría, forma nubes de hielo más numerosas, que provocan la desnitrificación y destrucción del ozono. Otro factor que contribuye al incremento del agujero de ozono en el polo sur es que el anticiclón polar durante gran parte del año impide la afluencia de aire rico en ozono procedente de las zonas ecuatoriales.

Actualmente se está frenando la producción de freones y halones, que tendrá sus efectos a medio y largo plazo. Se calcula que el restablecimiento de los niveles de ozono llevaría como mínimo un par de décadas.

### Efectos posibles de la destrucción de la capa de ozono

La disminución de ozono en la estratosfera hace que toda la población mundial se encuentre hoy más expuesta a la radiación UV-B, lo que implica la posibilidad de contraer enfermedades como cáncer de piel, y afecciones como cataratas en los ojos y debilitamiento del sistema inmunológico. Las personas más expuestas son aquellas que trabajan al aire libre, como agricultores, pescadores, obreros de la construcción,... La altitud intensifica el riesgo.

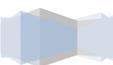
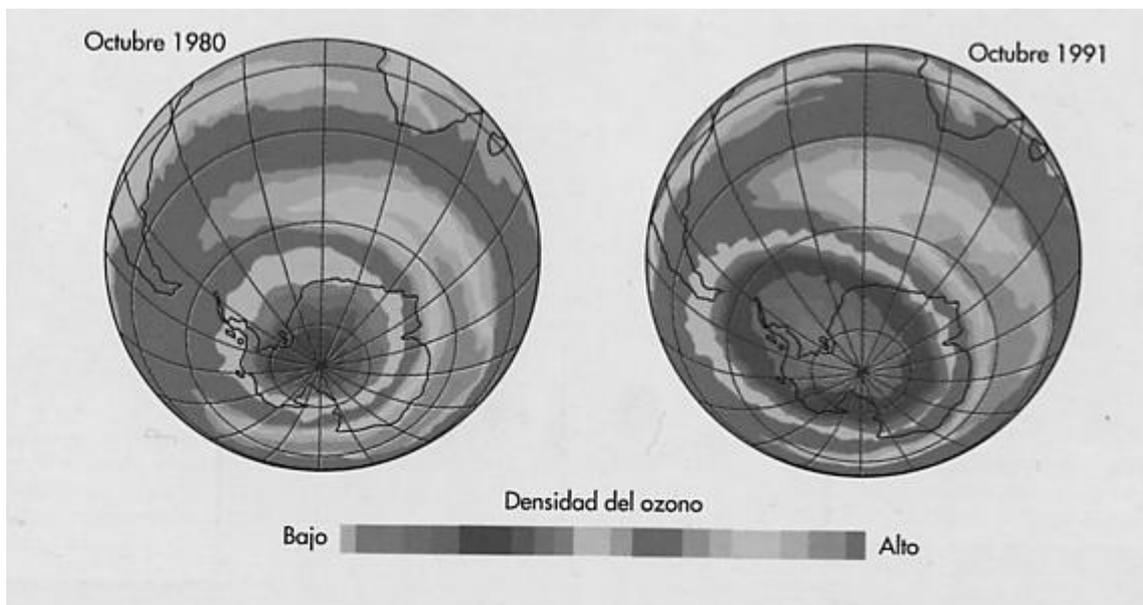
También afecta a la producción y diversidad de los ecosistemas. En los ecosistemas marinos afecta a los organismos que son base de la cadena alimenticia (fitoplancton), ya que viven en las zonas más superficiales y por lo tanto a toda la cadena alimentaria. Además afectaría a muchos invertebrados y vertebrados que en su desarrollo pasan por etapas muy sensibles a la radiación.

En los cultivos provoca la reducción de la producción. Además la radiación UV afecta a los procesos de crecimiento y reproducción de muchas especies, al provocar daños en el ADN.

Por último, el aumento de radiación UV contribuiría a una subida de la temperatura, participando en el cambio climático.

### Medidas a adoptar

- Eliminación de los CFCs y halones. Es preciso que se cumplan y si es posible, adelantar, los plazos de reducción de estos contaminantes en todo el mundo.
- Reducir las emisiones de N<sub>2</sub>O de origen agrícola, utilizando abonos y fertilizantes sintéticos de forma más equilibrada.



## INCREMENTO DEL EFECTO INVERNADERO y CALENTAMIENTO GLOBAL

Llamamos efecto invernadero al calentamiento de la superficie terrestre, debido a ciertos gases presentes en la atmósfera, que impiden la salida de parte de la radiación del Sol reflejada por la superficie terrestre en forma de radiación infrarroja. Ya hemos visto cómo se produce este efecto y su importancia en la regulación de la temperatura media del planeta (15°C). Ahora se trata de estudiar las causas y efectos del incremento del efecto invernadero por la acción humana.

Entre los gases responsables del efecto invernadero (GEI) destacan los CFCs, el CH<sub>4</sub> y el CO<sub>2</sub>.

Los CFCs, que contribuyen en un 22% al efecto invernadero, son de origen exclusivamente antrópico, tal y como hemos visto.

El CH<sub>4</sub> (15%) se origina de forma natural como consecuencia de fermentaciones microbianas en pantanos y suelos, así como en el tubo digestivo de los rumiantes. Su producción ha aumentado por las actividades humanas como, la ganadería, los cultivos de arroz, los vertederos y la utilización de biomasa y las fugas de oleoductos.

El CO<sub>2</sub> es el gas más importante con efecto invernadero (60%). La proporción de CO<sub>2</sub> a lo largo del último siglo se ha ido incrementando debido a causas antrópicas, principalmente:

▷ **Aumento del uso de combustibles fósiles** (carbón, gasolina, gasóleo,...).

Su combustión genera CO<sub>2</sub>, que asciende a la atmósfera.

▷ **Deforestación**, producida por la tala y los incendios forestales. Al haber menos masa forestal se reduce la cantidad de CO<sub>2</sub> consumido en la fotosíntesis.

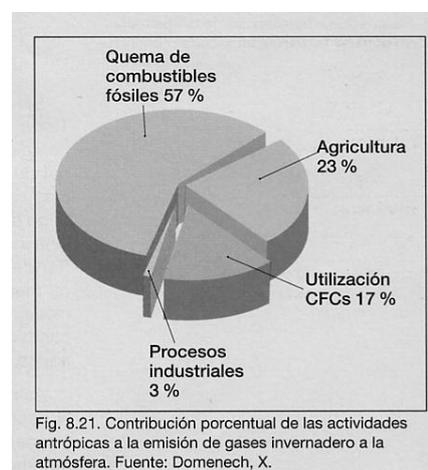
### Consecuencias

La consecuencia es un posible CAMBIO CLIMÁTICO, debido al calentamiento global por aumento de la temperatura media terrestre. Según los informes del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático

(IPCC), las temperaturas medidas globales se elevarán entre 1 y 3,5 °C de aquí a 100 años, lo que supone el aumento más rápido registrado en los últimos 10.000 años. Asimismo, el nivel medio del mar subirá entre 15 y 95 cm. en un siglo.

Los **efectos del cambio climático** serían diversos:

- Fusión parcial de los casquetes polares. Se produciría un aumento del nivel de los océanos provocando la inundación de muchas zonas costeras e islas.
- El aumento de temperatura provocaría el desplazamiento hacia los polos de las zonas climáticas, de manera que el sur de Europa se volvería más seco y el norte de África más húmedo.
- Variación en el régimen de lluvias en grandes áreas del mundo.
- Problemas de adaptación al cambio térmico de animales y plantas.
- Cambios en los tipos de suelo.
- Cambios generales en los ecosistemas. En las zonas costeras quedarían anegados los manglares y otros hábitats de humedales, y se modificarían los procesos de erosión y sedimentación costeros.
- Cambios en las corrientes marinas, en la salinidad y temperatura de las aguas, que constituiría una seria amenaza para la biodiversidad marina.
- Aunque aumentarían las precipitaciones globales, cambiaría su distribución, con los consiguientes problemas para la agricultura.
- Efectos sobre la salud por diversas vías:
  - Al producirse más olas de calor, y más intensas, se favorecería la formación de smog.
  - Desnutrición por falta de alimentos.
  - Potenciación de enfermedades infecciosas transmitidas por mosquitos, como la malaria y la fiebre amarilla.
  - Incremento de enfermedades ligadas al consumo de agua, como el cólera, por el aumento de sequías y de inundaciones.



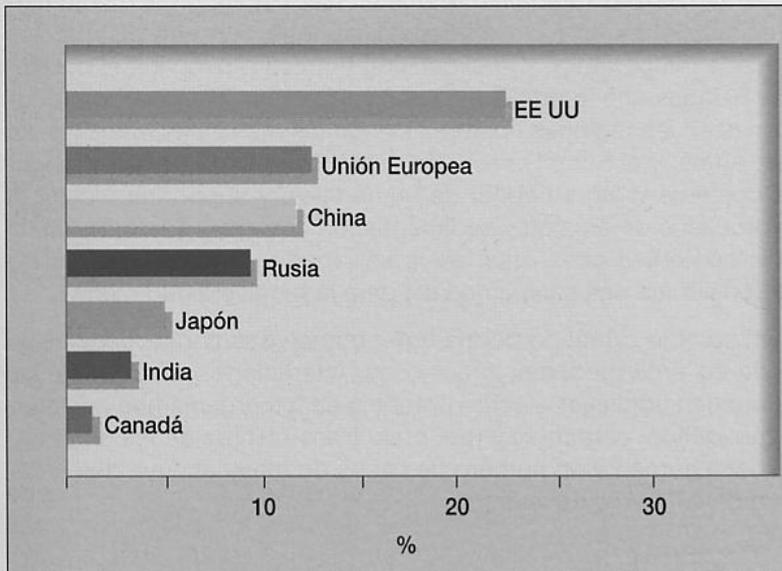
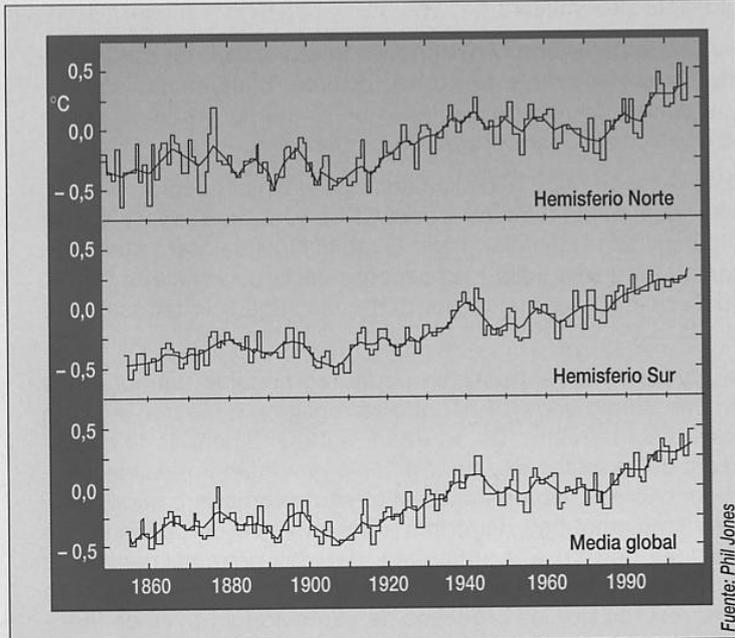


Fig. 8.22. Porcentaje de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> de los países más contaminantes. Fuente: Recursos Mundiales 1998.



Fuente: Phil Jones

**Medidas a adoptar**

- Eliminación de los CFCs, controlar las emisiones de gases de origen agrícola y ganadero, y frenar la deforestación.
- Cumplir los compromisos establecidos por el protocolo de Kioto, principalmente por dos vías:
  - Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, potenciando las energías alternativas y el ahorro energético.
  - Fomentar la reforestación.

**Protocolo de Kyoto**

El protocolo de Kyoto se firmó en el año 1997, y en él los países más industrializados se comprometieron para el año 2012, a reducir globalmente sus emisiones de gases invernadero en un 5,5% por debajo de las emisiones que tenían en 1990.

Este protocolo entró en vigor en 2005, cuando fue ratificado por Rusia y así el conjunto de países firmantes emitían un 55% del total de gases invernadero, requisito indispensable para que el acuerdo adquiriera validez legal.

En sucesivas cumbres posteriores (Cumbres del clima), se ha tratado de establecer cómo llevar a cabo lo acordado en Kyoto y se han realizado seguimientos del cumplimiento del acuerdo, pero la negativa de Estados Unidos y China, los países más contaminantes hace imposible el conseguir el objetivo propuesto en Kyoto.

Entre las medidas que prevé el acuerdo de Kyoto está el comercio de emisiones, es decir la compra y venta de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI), de manera que aquellas empresas y países que han reducido sus emisiones y estén por debajo de lo que le correspondería, podrían vender los derechos de emisión a otras empresas o países, ya que lo importante es una reducción global de las emisiones e GEI.

Para que este comercio se lleve a cabo, los estados asignan derechos de emisiones a diferentes sectores industriales, con el objeto de que se logre el compromiso de cada país en el marco del Protocolo de Kyoto.

**TABLA 4. DISTRIBUCIÓN ENTRE LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES CON EFECTO INVERNADERO ESTABLECIDA EN EL PROTOCOLO DE KIOTO PARA LA UNIÓN EUROPEA**

Países miembros	Valor (%)
Alemania	-21,0
Austria	-13,0
Bélgica	-7,5
Dinamarca	-21,0
España	15,0
Finlandia	0,0
Francia	0,0
Grecia	25,0
Irlanda	13,0
Italia	-6,5
Luxemburgo	-28,0
Países Bajos	-6,0
Portugal	27,0
Reino Unido	-12,5
Suecia	4,0
<b>TOTAL</b>	<b>-8,1</b>

### 3.6. LA CALIDAD DEL AIRE. VIGILANCIA ATMOSFÉRICA Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.

La valoración de la calidad del aire de un lugar se hace desde el punto de vista higiénico-sanitario y de protección medioambiental, y se establece en función de los contaminantes químicos.

Si se quiere una calidad del aire es necesario controlar las emisiones, por eso existe una legislación nacional y europea que fija los niveles máximos admisibles. Sin embargo, es más importante conocer el nivel de inmisión, o sea, la concentración del contaminante a nivel del suelo, de modo temporal o permanente. La calidad del aire se determina midiendo los niveles de inmisión de los contaminantes.

El control se lleva a cabo mediante **redes de vigilancia**, que pueden ser locales o urbanas, autonómicas, nacionales o internacionales, como el Programa de Vigilancia atmosférica Mundial (VAM) o la Red Europea de Vigilancia de Calidad del Aire (Euro-Airnet), que estudian los contaminantes que tienen influencia a escala global, como el análisis de gases invernadero o estudio de la disminución de la capa de ozono.

Las redes urbanas permiten conocer la concentración de cada contaminante de los núcleos urbanos y sus inmediaciones. Están formadas por equipos automáticos de medida continua, que suministran datos hacia un centro control. Suelen depender de las Comunidades Autónomas y de las administraciones locales, como la red de Castilla - La Mancha.

Otra forma de vigilar la calidad del aire es empleando **indicadores biológicos de la contaminación** o **bioindicadores**. Algunas especies son muy sensibles a ciertos contaminantes atmosféricos. Entre ellas destacan los líquenes, que son muy sensibles al SO<sub>2</sub>, HF y HCl.

#### Control de la contaminación atmosférica

- Legislación medioambiental y medidas de control de su aplicación, mediante evaluaciones de impacto ambiental.
- Prohibición de empleo de contaminantes cuya peligrosidad está demostrada, como los CFC.
- Utilización de fuentes de energía renovables y que no emitan contaminantes atmosféricos, como la energía solar o eólica.
- Investigación en energías alternativas para el transporte, como la tecnología híbrida, que combina combustibles y electricidad, o motores que emitan menos gases contaminantes.
- Empleo de filtros de contaminantes a la salida de las fuentes de emisión.
- Uso racional de la energía, utilizando medios de transporte público, etc.

## 4. CONTAMINACIÓN FÍSICA DE LA ATMÓSFERA

Se define como la liberación a la atmósfera se diferentes tipos de energía que producen efectos perjudiciales sobre el medio y las personas. Las principales formas son la contaminación acústica, térmica y radiactiva.



#### 4.1. CONTAMINACIÓN SONORA o ACÚSTICA

Se produce cuando se da una intensidad o combinación de ondas acústicas que resulta molesta para las personas, que conocemos como ruidos. El **ruido** puede ser considerado como un sonido molesto, desprovisto de carácter musical agradable. Con el desarrollo de la civilización urbana e industrial ha adquirido una progresiva importancia como contaminante atmosférico con claros efectos nocivos para la salud.

Las principales fuentes de ruido son:

- Vivienda: los electrodomésticos, ordenadores, radios y TV, tuberías, cisternas,... producen un nivel medio de ruidos de difícil control.
- Medios de transporte: se considera la principal fuente.
- Actividades industriales, por la maquinaria que emplean.
- Construcciones públicas
- Lugares de ocio, como discotecas, cafeterías y restaurantes.

Los efectos del ruido son subjetivos, y están condicionados por la frecuencia e intensidad del sonido, el tiempo de exposición y edad del receptor.

Se pueden diferenciar:

◆ **Efectos fisiológicos:** fatiga auditiva, encubrimiento, sordera profesional (por exposiciones prolongadas) y traumatismos acústicos (debidos a exposiciones violentas a ondas sonoras).

◆ **Psico-fisiológicos:** dolores de cabeza, pérdida de apetito, alteración del sueño, irritabilidad y stress, falta de concentración, disminuye el rendimiento laboral y capacidad de aprendizaje.

#### Acciones contra el ruido

##### Medidas preventivas

- Evitar fuentes de ruido próximas a zonas residenciales, y sobre todo, a lugares sensibles, como colegios y hospitales.
- Utilizar materiales de insonorización.
- Utilizar protectores auditivos (auriculares, tapones) en empresas con altos niveles e ruido.
- Equipar motores y maquinaria con mecanismos de reducción de ruido.
- Elaborar normas que regulen los niveles de ruido de las fuentes de emisión.

##### Medidas correctoras

- Aislar las fuentes sonoras reforzando los sistemas de insonorización.
- Instalar barreras antirruído, formados por árboles o materiales capaces de absorber el ruido que provoquen una zona de sombra acústica.

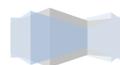
#### 4.2. CONTAMINACIÓN TÉRMICA

Esta producida por el calor desprendido a la atmósfera en las centrales térmicas y nucleares a través de las torres de refrigeración. El vapor de agua desprendido provoca un aumento de pluviosidad, niebla o hielo.

#### 4.3. CONTAMINACIÓN RADIACTIVA

Se debe a las radiaciones ionizantes provocadas por los rayos X, rayos gamma y las partículas alfa y beta. Cuando el nivel de radiación es superior al habitual se habla de contaminación radiactiva.

CUADRO IX Niveles y efectos del ruido	
Intensidad del ruido y ejemplos de fuentes emisoras	Efectos sobre las personas
20-30 dB: emisiones de radio, bibliotecas.	Mucha calma.
40-50 dB: ciudad de ambiente tranquilo, conversación normal.	Calma.
60-70 dB: calle con tráfico abundante, aspiradora.	El ruido dificulta la conversación.
80-90 dB: gritos, camiones pesados, estación de metro.	Irritación. Daños auditivos.
Más de 100 dB: despegue de aviones, discoteca, bocinas de automóviles.	Ruidos dolorosos. Máximo esfuerzo vocal. Serios daños auditivos y nerviosos.
dB: decibelios, unidad de medida de la intensidad del sonido.	



Las fuentes posibles de este tipo de radiaciones pueden ser naturales (elementos radiactivos presentes en la naturaleza) o artificiales, como:

- **Actividades médicas:** radioisótopos utilizados en tratamientos contra el cáncer, o máquinas de rayos X.
- **Actividades militares:** debido a las pruebas nucleares.
- **Centrales nucleares**
- **Otras fuentes:** pararrayos, televisores, ...

Los efectos producidos por radiaciones ionizantes son malformaciones genéticas, enfermedades de tipo cancerígeno e incluso la muerte de seres vivos.

### Contaminación por radiaciones no ionizantes (REMNI)

El problema de este tipo de radiaciones se encuentra en el transporte y distribución de la energía eléctrica, en las microondas (hornos) y en los centros productores de radiofrecuencias (radares, emisoras de radio y televisión) cuya utilización es cada vez mayor. Parece existir una correlación entre este tipo de radiaciones y alteraciones del sistema nervioso, ciertos tipos de cáncer y efectos sobre la reproducción, aunque no existen estudios rigurosos y evidencias claras sobre sus efectos para el organismo. Aún así es prudente tomar precauciones.

## 5. CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA

Se debe a la presencia en el aire de esporas y microorganismos, como bacterias, virus, levaduras o protozoos. En el aire exterior predominan los organismos del suelo y del agua, que llegan a la atmósfera en las partículas de polvo o en las gotitas de agua arrastradas por el viento. En el aire interior se hallan los microorganismos del entorno y de los seres humanos. Al toser, estornudar e incluso hablar se expulsan numerosas gotículas que pueden contener gérmenes responsables de enfermedades.

CUADRO XI Algunas enfermedades transmitidas por el aire	
Tipos de microorganismo	Enfermedad
Bacteria	Brucelosis, Carbunco, Legionelosis, Peste, Tos ferina, Tuberculosis.
Virus	Herpes simple, Sarampión, Parotiditis, Rubéola, Varicela, Viruela.
Hongos	Aspergilosis.

Nota: Las enfermedades señaladas pueden tener otras vías de infección además de la vía respiratoria.

Las medidas de higiene más simples consisten en airear las habitaciones. En los lugares de alto riesgo, como hospitales y laboratorios, son necesarios procedimientos más drásticos, como la filtración, desinfectantes químicos, ....

Un caso aparte es la presencia en la atmósfera de grandes cantidades de polen, ya que supone un grave problema para muchas personas que sufren alergias. Por eso en los controles de la calidad del aire la determinación del nivel de polen es un parámetro muy importante. En España existen dos redes que se encargan de medir los niveles y el tipo de polen en la atmósfera, y de informar a la población susceptible a través de los medios de comunicación, como medida preventiva.

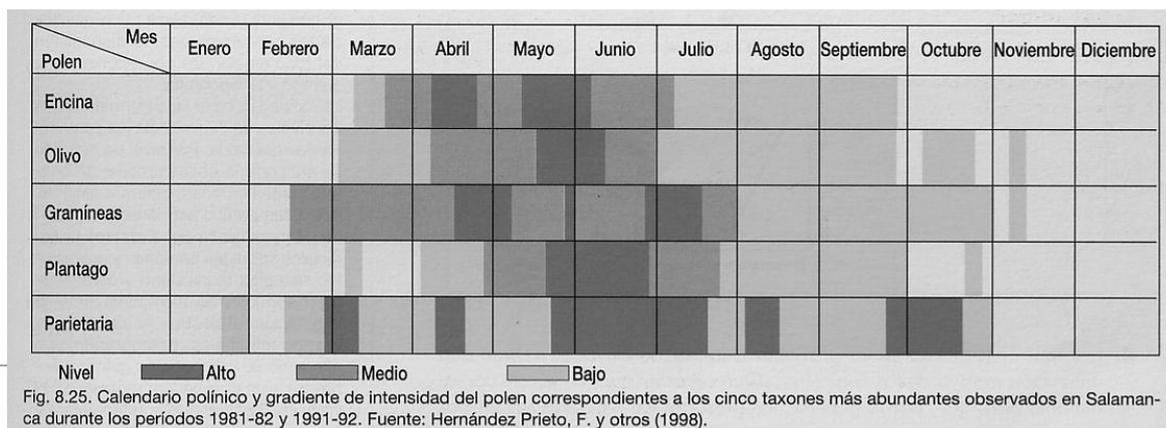
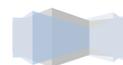


Fig. 8.25. Calendario polínico y gradiente de intensidad del polen correspondientes a los cinco taxones más abundantes observados en Salamanca durante los periodos 1981-82 y 1991-92. Fuente: Hernández Prieto, F. y otros (1998).

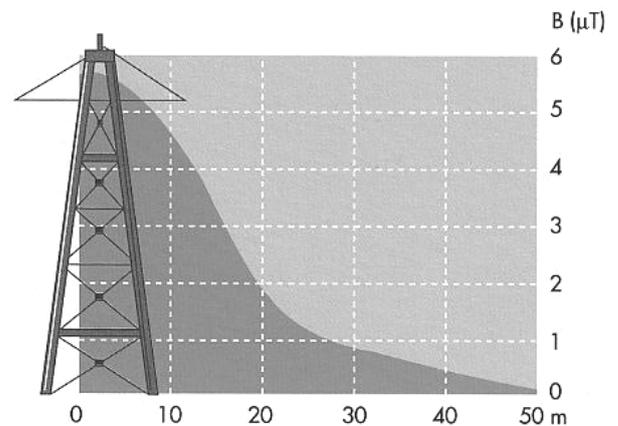


## FUENTES DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS CONTAMINANTES

### Los tendidos eléctricos de alta tensión

Los cables que transportan electricidad, especialmente los de alto voltaje, pueden llegar a generar campos electromagnéticos muy importantes.

Valores de inducción magnética (en microteslas,  $\mu\text{T}$ ) medidos a 1 metro de altura sobre el suelo, en las cercanías de una línea de transporte eléctrico (la torre no está representada a escala). Se observa que los valores de B se reducen significativamente al aumentar la distancia a la línea. Así, en la vertical de la línea, B podría alcanzar valores de hasta 6 mT; a 15 metros de la línea, B se reduciría a la mitad, y para distancias superiores a 30 metros B estaría en el orden de las décimas del microtesla. El Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea recomienda que el público no esté expuesto a niveles de B superiores a 100  $\mu\text{T}$ .



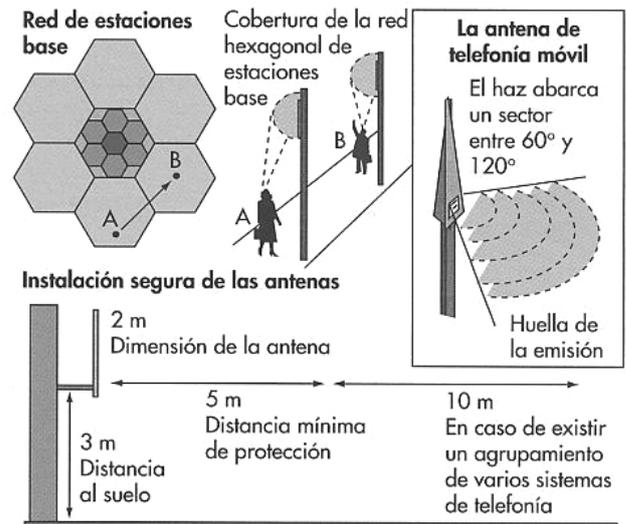
### La telefonía móvil

La telefonía móvil utiliza ondas electromagnéticas para la transmisión de la información. Su funcionamiento está condicionado por la existencia de una red de estaciones repetidoras (las conocidas "antenas de telefonía móvil") que garantice la emisión-recepción a los terminales en toda la zona de cobertura establecida.

La emisión radioeléctrica de estas antenas se efectúa hacia el frente y en horizontal, en forma de un haz plano. Para que un terminal reciba cobertura en todo momento, las estaciones se disponen según un patrón hexagonal, como indica la figura.

Para evitar posibles riesgos derivados de estas emisiones radioeléctricas, conviene instalar las antenas lo suficientemente alejadas de las personas como para respetar las distancias máximas establecidas de protección, sanitaria. Además, la potencia de la emisión no debe superar unos límites establecidos.

A su vez, conviene no abusar del uso de los terminales, que también emiten este tipo de radiaciones a muy corta distancia de nuestro organismo.



### Contaminación lumínica

Este tipo de contaminación es la que producen las fuentes de iluminación artificial por las noches. La presencia de estas radiaciones de luz visible muy intensas es una forma de contaminación, ya que altera las condiciones ambientales de la noche (oscuridad). Los principales afectados son los animales nocturnos, que pueden ver alterados sus ritmos de sueño y vigilia o ser engañados por estas fuentes de luz y atraídos hacia ellas. Un caso extremo es la influencia de las luces nocturnas sobre las poblaciones de luciérnagas. Estos pequeños insectos son atraídos hacia las brillantes luces eléctricas con más intensidad que hacia la pequeña fuente bioluminescente de las hembras de su especie, lo que impide el encuentro y la reproducción en muchos casos.

Algunas comunidades, como Canarias, tienen normativas para regular la contaminación lumínica.



## 6. RIESGOS DERIVADOS DE LA DINÁMICA ATMOSFÉRICA: RIESGOS CLIMÁTICOS

Tienen su origen en los agentes meteorológicos, fundamentalmente en la temperatura, viento y precipitaciones.

Los sucesos más catastróficos son los huracanes, tifones y ciclones, sequías, gota fría y tormentas, tornados y trombas de agua, olas de frío y heladas y olas de calor, granizo, temporales de viento e inundaciones.

Los más importantes a nivel mundial, son los ciclones y las sequías; éstas son también un riesgo climático que causa graves daños en España, junto las tormentas y el fenómeno de la gota fría, que causan graves inundaciones, así como las heladas, el granizo y los temporales de viento.

TABLA 1. RIESGOS CLIMÁTICOS

Fenómenos atmosféricos	Riesgos climáticos	
	Zonas intertropicales	Zonas de latitudes medias y altas
Asociados a temperaturas extremas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Olas de frío.</li> <li>Días de intenso calor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Olas de frío o calor.</li> <li>Temporales de nieve y aludes.</li> </ul>
Asociados a precipitaciones intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tempestades tropicales.</li> <li>Ciclones tropicales.</li> <li>Lluvias monzónicas.</li> <li>Lluvias torrenciales e inundaciones debidas a tormentas de origen convectivo.</li> <li>Tormentas de granizo.</li> <li>El Niño, La Niña.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lluvias intensas e inundaciones debidas a tormentas de origen convectivo.</li> <li>Tormentas de granizo.</li> <li>Gota fría.</li> </ul>
Asociados a falta de lluvias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sequías.</li> <li>El Niño, La Niña.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sequías.</li> <li>Tormentas de arena.</li> </ul>
Asociados a vientos intensos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclones tropicales.</li> <li>Tornados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tornados.</li> <li>Vendavales.</li> </ul>

TABLA 2. MEDIDAS PREVENTIVAS ESTRUCTURALES FRENTE A LOS RIESGOS CLIMÁTICOS MÁS COMUNES

Riesgo climático	Medidas estructurales
Lluvias torrenciales con efectos de inundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevación de los márgenes de los ríos mediante diques o sacos terreros (*).</li> <li>Encauzamiento de los ríos (*).</li> <li>Desvío de cauces (*).</li> <li>Construcción de presas de laminación (*).</li> </ul>
Tormentas de granizo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cohetes antigranizo.</li> <li>Quemadores de yoduro de plata.</li> <li>Avionetas antigranizo.</li> <li>Mayas y cobertizos antigranizo.</li> </ul>
Heladas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quema de balas de paja, neumáticos, etc.</li> <li>Estufas.</li> <li>Torres de viento antihelada.</li> <li>Mayas y cobertizos antigranizo.</li> </ul>
Vendavales y temporales de viento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cortavientos (con setos de vegetación, empalizadas de cañas, de plásticos, etc.).</li> <li>Diques o escolleras (en las zonas de costa).</li> </ul>
Sequías	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elección de los cultivos según los recursos hídricos disponibles (**).</li> <li>Construcción de embalses (**).</li> <li>Trasvases (**).</li> <li>Construcción de pozos para la explotación sostenible de las aguas subterráneas (**).</li> <li>Lluvia artificial (**).</li> </ul>

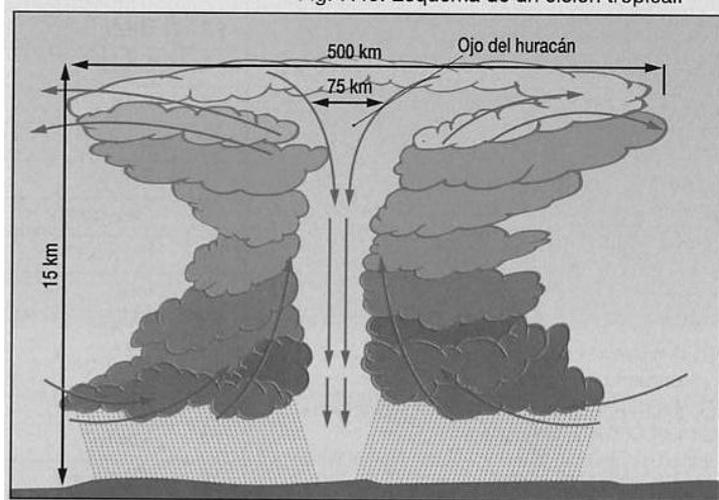
### 6.1. HURACANES, TIFONES y CICLONES

#### Concepto, formación y evolución

Con estos nombres se conoce el mismo fenómeno atmosférico. Se trata de torbellinos de fuertes vientos con lluvias torrenciales que se producen a finales de verano y principio de otoño en las zonas intertropicales a ambos lados del ecuador..

En el Caribe se conocen con el nombre de huracanes; con el de tifones en la costa asiática y ciclones en Madagascar, Arabia y el Golfo de Bengala.

Tienen su origen en los océanos cálidos, situadas al norte y sur del ecuador, encima de cuyas aguas se extiende una capa de aire húmedo. En su formación participan dos borrascas muy próximas; el aire caliente y húmedo de cada una asciende en forma de torbellino y, a medida que se enfría da origen a nubes de tipo cumulonimbo que originan lluvias torrenciales, y descende por el espacio entre ambas borrascas (ojo del huracán), lo que produce su calentamiento y la disipación de las nubes.



Ocupan un área, en forma de círculo, de 80-500 km. de diámetro y se desplazan a una velocidad de unos 30-40 km/hora acompañados de fuertes lluvias, pero la velocidad del viento en el interior del huracán puede alcanzar hasta los 250 km/hora. Una vez que alcanzan tierra firme comienza a debilitarse a causa del rozamiento contra el suelo, las montañas, etc.

La intensidad de un huracán se mide en la escala de Zafiro-Simpson, que establece 5 categorías, desde la categoría 1, los más débiles, hasta la categoría 5, los más fuertes.

Categoría de huracán: escala Saffir-Simpson	Velocidad del viento			Presión atmosférica mínima (milibares)
	Millas por hora	Kilómetros por hora	Nudos	
1	74-95	119-153	64-82	980+
2	96-110	154-177	83-95	979-965
3	111-130	178-209	96-113	964-945
4	131-155	210-249	114-135	944-920
5	156+	250+	136+	bajo 920

## Efectos y planificación del riesgo

Son el desastre de mayor magnitud después de los terremotos, generando innumerables pérdidas humanas y económicas.

Las medidas preventivas se basan en la detección, el seguimiento y la evolución de los huracanes por medio de radares y satélites. La información obtenida de las observaciones meteorológicas permite alertar a la población a fin de adoptar medidas preventivas, como la utilización de refugios, protección de edificios, evacuación de la población, etc. No existen medidas correctoras.

### 6.2. TORNADOS

Se producen sobre todo en Norteamérica, principalmente en primavera y otoño, aunque pueden formarse en otros lugares de latitudes medias. Tienen el aspecto de un oscuro embudo que cuelga de un gran cumulonimbo.

Se trata de borrascas de pequeñas dimensiones, pero de gran intensidad, que origina remolinos de viento, largos y estrechos (chimeneas) de extrema violencia, que se descuelgan de un nube madre hasta el suelo, acompañados de truenos, relámpagos y a veces de granizo.

Un tornado está formado por tres partes:

Nube madre, a partir de la cual se forma el tornado.

Embudo, que es el tornado en sí, formado por los vientos que giran y los materiales que arrastran.

Vórtice, que es la parte inferior del tornado, donde se alcanzan las mayores velocidades.

Los tornados originados en las llanuras estadounidenses se producen por la unión de corrientes de aire frío procedentes de las Montañas Rocosas y corrientes de aire cálido procedentes del golfo de México.

En España se producen fundamentalmente en el litoral valenciano y en las costas catalanas, aunque de intensidad leve.

Los efectos de un tornado pueden ser enormemente destructores y se debe a la velocidad del viento que puede llegar a los 500 km/h y en el interior las corrientes ascendentes alcanzan velocidades de hasta 300 km/h. Asimismo la repentina bajada de presión que se origina en el interior puede causar el estallido de los edificios. La intensidad de los tornados se mide en la escala de Fujita, que va de tornados F0 hasta los F5, los más destructivos.

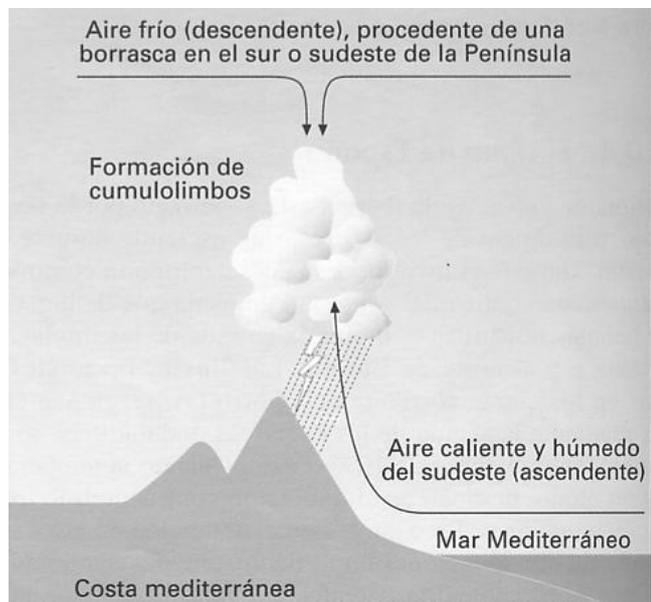
Escala de Fujita				
	Velocidad max. del viento	Daños probables	Largo de la trayectoria	Ancho de la trayectoria
F0	Menos de 120 Km/h	Ligero	Menos de 1.5 Km/h	Menos de 15 m
F1	121-180 Km/h	Moderado	1.6-5 km	16-50 m
F2	181-250 Km/h	Considerable	5.1-16 km	51-160 m
F3	251-320 Km/h	Severo	16.1-50 km	161-500 m
F4	321-420 Km/h	Devastador	50.1-160 km	501-1,500 m
F5	421-500 Km/h	Increible	160.1-500 km	1,501-5,000 m

### 6.3. VENDAVALES

Son vientos que circulan a gran velocidad. Se considera que un viento por encima de los 75 km/h puede provocar graves daños. En el Norte de España se han llegado a registrar algunos de 190 km/h.

### 6.4. GOTA FRÍA

Es un fenómeno frecuente en el mediterráneo español, ocurre a finales de verano y principios de otoño. Se trata de una borrasca de aire frío situada a gran altura provocada por la rotura de las ondulaciones del chorro polar. Este estrangulamiento del chorro polar deja una masa de aire frío, un embolsamiento, en altura que no se percibe en superficie. Cuando esta bolsa de aire frío se desplaza hacia latitudes más cálidas queda rodeada de aire cálido (como una “gota” fría en medio de un “océano caliente”), precipita hacia la superficie provocando el ascenso del aire cálido. Este ascenso, a su vez, origina una borrasca que puede ocasionar fuertes aguaceros si el aire ascendente está cargado de humedad, como ocurre en la costa del levante. Se producen precipitaciones muy abundantes y en períodos cortos de tiempo, que ocasionan graves inundaciones y provocan la destrucción de cosechas y pérdidas humanas y económicas. Las medidas predictivas consisten en las observaciones meteorológicas y en mediciones de la temperatura del agua del Mediterráneo en los meses de verano. Las medidas preventivas son las normas diseñadas por Protección civil y las mismas que en el caso de las inundaciones.



### 6.5 SEQUÍAS

La sequía es un descenso acusado de precipitaciones, durante un período de tiempo prolongado. Sus causas pueden ser muy diversas, de tipo topográfico (las cordilleras pueden actuar de barreras que frenan las borrascas), climático, por falta de vegetación que impida la acumulación de agua en el suelo, atmosférico (debido al polvo atmosférico que favorece la inversión térmica) o antrópico (contaminación atmosférica y deforestación que incrementan el efecto invernadero), ...

Las áreas de mayor riesgos se encuentran en África, interior de China, Australia y gran parte de la costa Pacífica de América. En España las regiones más áridas están al Sur y Sureste, ambas mesetas y el valle del Ebro.

### **Efectos y planificación del riesgo**

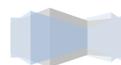
La sequía provoca graves pérdidas económicas, al disminuir la producción agrícola y ganadera, genera problemas de abastecimiento de agua, mayor riesgo de incendios forestales, disminuye el rendimiento de la energía hidráulica, ... Estos daños en los países subdesarrollados provocan grandes hambrunas que ocasionan numerosas muertes.

No existen medidas, salvo aquellas que eviten el riesgo inducido. Si es posible adoptar medidas para contrarrestar sus efectos, como hacer un uso racional del agua o construir embalses y trasvases para mitigar el efecto de la sequía.

### 6.6. RIESGO TÉRMICO

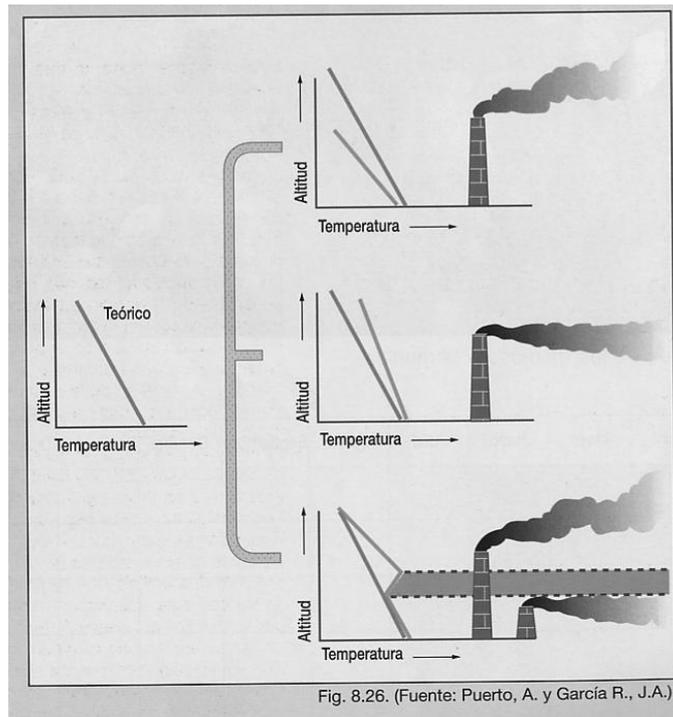
Se habla de riesgo térmico, cuando suceden oleadas de frío y de calor, de manera que se estiman 1.000 muertos al año debido a estas causas. En España las oleadas de calor suelen ocurrir a mediados de Julio,

y se deben a la influencia del anticiclón de las Azores, que con aires subtropicales crean una banda térmica sobre Andalucía y Extremadura.



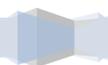
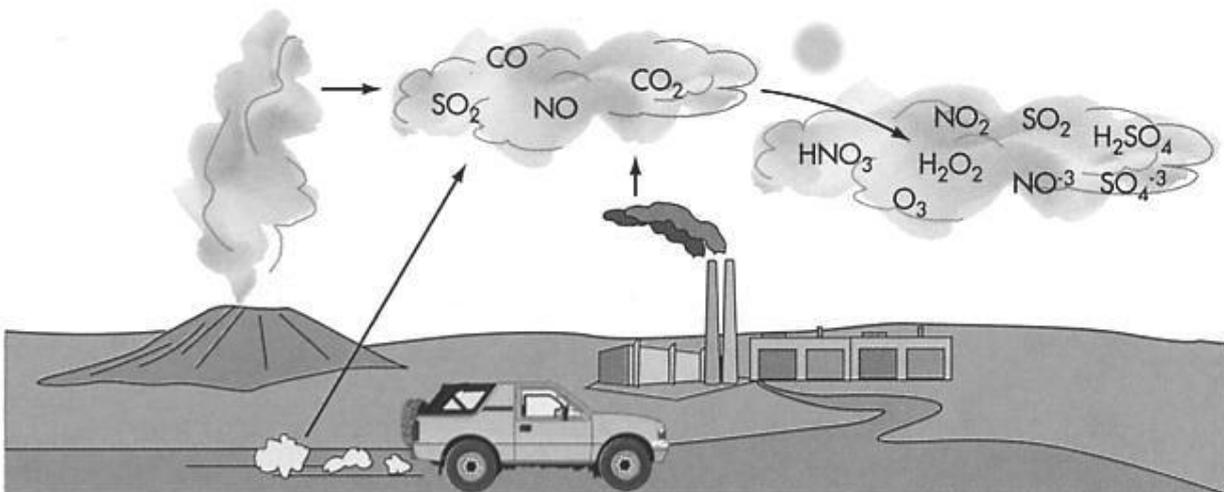
## ACTIVIDADES TEMA 5. LA ATMÓSFERA Y LA HUMANIDAD: RECURSOS, IMPACTOS Y RIESGOS.

1. ¿Qué diferencia existe entre energía solar térmica y fotovoltaica?.
2. ¿Son similares las ventajas que ofrecen la energía solar y la eólica?. ¿Y los inconvenientes?. Razona la respuesta.
3. ¿Qué diferencia existe entre contaminantes primarios y secundarios?.
4. ¿Es lo mismo emisión que inmisión?. Razona la respuesta.
5. Observa las figuras adjuntas en las que aparecen tres posibles situaciones que influyen en la dispersión de los contaminantes. ¿En qué situaciones hay más facilidad y más dificultad para la dispersión?. ¿Por qué?. ¿Cómo se aprecia?.



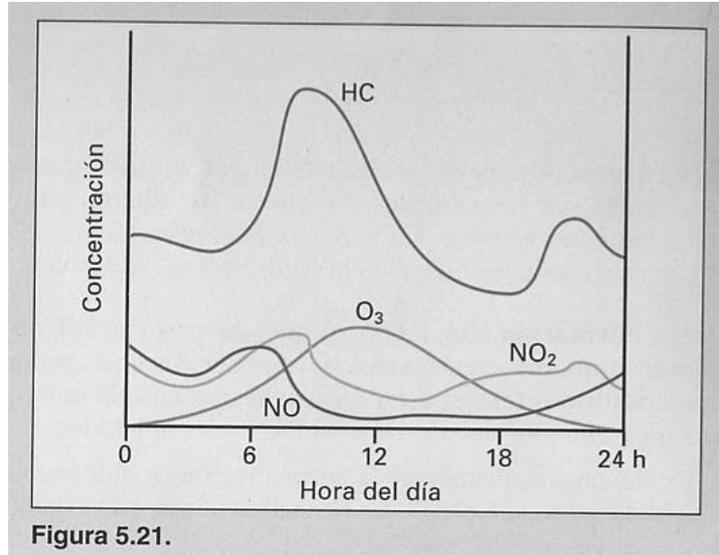
6. Observa el esquema y responde a las siguientes cuestiones

- a) Explica el efecto que produce el incremento de estos gases en la atmósfera.
- b) Comenta alguna fuente que favorezca o incremente la emisión de clorofluorocarbonados (CFC) a la atmósfera y establece una medida para su control.
- c) El  $\text{SO}_2$  es otra emisión gaseosa que puede tener origen antrópico o natural. Explica el impacto ambiental ocasionado por su interacción con el vapor de agua presente en la atmósfera.

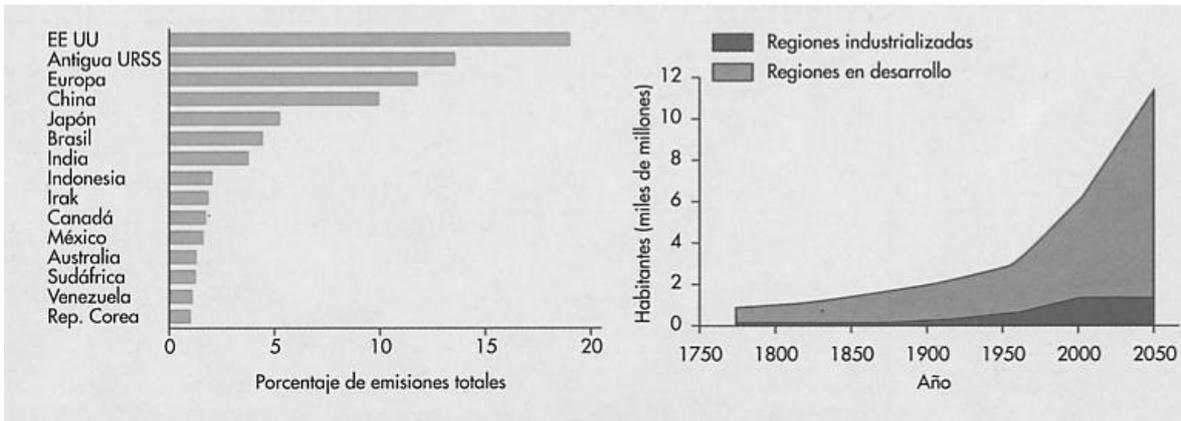


7. La siguiente figura muestra las variaciones a lo largo del día de una serie de contaminantes en una atmósfera urbana.

- a) ¿Qué efecto de la contaminación del aire se relaciona con ellos?.
- b) ¿Qué ocurriría con los contaminantes en cada una de las siguientes situaciones?: Encendido de calefacciones a primera hora de la mañana; aumento de la insolación; situación anticiclónica; aumento de la cantidad de ozono.
- c) ¿A qué hora del día se ve favorecido dicho proceso?. Razona la respuesta.



- 8. Señala las diferencias entre smog ácido y fotoquímico.
- 9. ¿Qué es la lluvia ácida?. ¿Por qué se produce?. ¿Qué efectos tiene sobre los suelos y sobre la vegetación?. ¿Qué tipos de suelos y lagos son los más afectados por la lluvia ácida?.
- 10. ¿Cuáles son y de dónde proceden los contaminantes que destruyen la capa de ozono?.
- 11. El ozono estratosférico y el ozono troposférico. Diferencias de su origen y efectos ambientales. ¿Por qué la disminución de ozono estratosférico es mayor en los polos?.
- 12. ¿Cuáles son los denominados gases invernadero?. ¿Por qué producen este fenómeno?.
- 13. ¿Cuáles pueden ser las consecuencias del cambio climático?.
- 14. El gráfico 1 muestra el porcentaje de emisión de los principales países emisores de gases de efecto invernadero; el gráfico 2 muestra el modelo de crecimiento de la población mundial.
  - a) Interpreta los dos gráficos, señalando las diferencias existentes entre los países desarrollados y países en desarrollo.
  - b) A la vista de estos datos, ¿a qué crees que habría que achacar la principal responsabilidad del incremento del efecto invernadero: al crecimiento demográfico o al estilo de vida de los países desarrollados?. Razona la respuesta.
  - c) Propón razonadamente dos medidas de carácter global orientadas a lograr la disminución del efecto invernadero.



15. ¿Por encima de qué decibelios el ruido puede ser perjudicial?. ¿Qué efectos tiene sobre las personas?.
16. Clasifica como zona nociva, peligrosa o segura de intensidad de sonido de las fuentes indicadas en la pirámide de la sordera que aparece en la figura adjunta.

LA PIRÁMIDE DE LA SORDERA	
(Nivel de intensidad en dB)	
Susurro (a un metro)	30-35
Oficina privada	50-55
Oficina mecanizada	60-65
Conversación (en voz alta a 1 metro)	65
Aspiradora (a 3 metros)	70-75
Automóvil (a 7 metros)	70-80
Calle (tráfico ligero)	75
Reactor en vuelo (a 2 kilómetros)	75-80
Interior coche a 100 km/h	75-80
Cuarto de calefacción	80-90
Martillo neumático (a 15 metros)	80-90
Grito (a 3 metros)	90
Estación de metro	95
Reactor despegando (a 100 metros)	120

17. ¿Qué tipo de radiaciones ionizantes tienen mayor poder de penetración?. ¿Cuáles son las fuentes artificiales que las producen?. ¿Qué efectos tienen sobre los organismos?.
18. ¿Qué medida de higiene ambiental se puede adoptar para conseguir un medio ambiente más saludable?.

**ACTIVIDADES SACADAS DE LOS EXAMENES. Intenta hacerlas sin mirar los apuntes.**

**Bloque 1.** Define brevemente (**máximo 4 líneas**) los siguientes conceptos:

- Energía eólica
- Lluvia ácida
- Contaminante atmosférico secundario
- Tiempo de residencia (vida media de un contaminante)
- Contaminación lumínica
- Contaminante primario atmosférico
- Climodiagrama
- Inmisión de contaminante atmosférico
- Cambio climático

**Bloque 2.** Preguntas cortas

- 1.- Energías alternativas de origen solar
- 2.- Cita tres tipos de energía procedentes del Sol. Justifica si son o no renovables.
- 3.- Explique las fuentes de contaminación atmosféricas.
- 4.- Explique las características más importantes de la estratosfera.
- 5.- Resume el fenómeno de la lluvia ácida: qué es, qué lo produce, efectos, etc.
- 6.- ¿Qué es el efecto invernadero? ¿Qué consecuencias puede tener en el clima de la Tierra? Nombra un gas responsable del mismo. ¿Es perjudicial este fenómeno para los seres vivos? Explícalo



7.- Concepto de gota fría. Indica en que épocas se produce con mayor frecuencia y los problemas que causa este fenómeno atmosférico.

8.- Principales compuestos químicos causantes del cambio climático.

9 *Durante los meses de julio y agosto del pasado año, la contaminación por ozono troposférico fue especialmente intensa en la Comunidad de Madrid. La situación anticiclónica propició una intensa radiación solar que, mezclada con los gases contaminantes que salen de los tubos de escape de los coches, provocaron que se batieran récords en los niveles de este contaminante.*

6.- **Describe** las distintas capas que forman la atmósfera.

7.- Explica en qué consiste el fenómeno conocido como "agujero de la capa de ozono".

8.- Si no existiese la capa de ozono ¿cómo sería la vida en la Tierra?

9.- Cuales son las causas y efectos de este problema ambiental y en qué parte del globo son más patentes sus efectos.

10 **\* Pregunta – La destrucción de la capa de ozono, la lluvia ácida y el aumento de la temperatura de la Tierra, son los grandes problemas ambientales que las actividades humanas están generando.**

a) Teniendo en cuenta las causas del calentamiento de la atmósfera. Proponga acciones concretas e individuales para reducir ese aumento de temperatura.

b) Explique los efectos que provoca la lluvia ácida.

c) Cite productos que contienen CFCs y explique cómo actúan sobre la capa de ozono.

d) ¿Qué efectos tiene sobre los seres vivos la disminución de la capa de ozono?

Proponga medidas para evitar este problema.

11. ¿Qué fenómeno contaminante atmosférico produce la emisión de óxidos de azufre y de nitrógeno debido a la combustión de carbón en las centrales térmicas? Descríbelo brevemente y cita una consecuencia negativa sobre los ecosistemas.

12. ¿A qué fenómeno de degradación atmosférica da lugar la emisión de clorofluorocarbonos (CFCs)? Cita una consecuencia negativa de dicho fenómeno sobre los organismos.

13. "El efecto invernadero tiene un impacto perjudicial sobre el medio ambiente y sobre la vida". Comenta esta frase explicando si, a tu juicio, esta afirmación es correcta.

14. Explica los conceptos de "anticiclón" y "borrasca". ¿Qué es un frente? Cita los tipos principales de frentes.

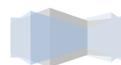
15. Explica los conceptos de "emisión" e "inmisión" aplicados a los contaminantes atmosféricos. Indica dos factores que influyen sobre la dispersión de los contaminantes en la atmósfera y su concentración final en una zona concreta.

16. ¿En qué consiste el cambio climático que se está registrando en la actualidad a escala planetaria? (causas, efectos, posibles soluciones,...)¿tiene influencia la actividad humana sobre este proceso? Justifica la respuesta.

17. Indica y justifica una medida para paliar los efectos perjudiciales del cambio climático.

18. Indica y explica al menos dos posibles consecuencias actuales o previsibles relacionadas con el cambio climático.

**19. En 1952, la ciudad de Londres sufrió lo que se denominó Smog sulfuroso o "great Smog", que cubrió la ciudad durante cuatro días, causando la muerte a unas 4000 personas. Los cambios en las proporciones normales de los componentes del aire pueden ocasionar numerosos efectos negativos, pudiéndose valorar dicho efecto a corto o largo plazo de tiempo, lo que supone un considerable riesgo para los vegetales, animales, así como la salud humana y los bienes materiales.**



- a. **Citar** tres factores que influyen en el grado y tipo de este Smog sulfuroso
- b. Teniendo en cuenta el radio de acción (escala) **¿cómo pueden ser estos efectos?**
- c. **Describe brevemente** los dos tipos de Smog conocidos.
- d. **Copia y completa** los huecos vacíos de la tabla siguiente:

Tipo de Contaminante	Efecto en los seres humanos y animales	Efectos en los Vegetales	Efecto en los Bienes materiales
Compuestos halogenados: Cl, HCl, HF, CFC, ...	Cl: tóxico e irrita las mucosas. El HF se acumula en huesos		Efectos no determinados
Metales pesados: Pb, Cd, Hg	Pb: insuficiencia respiratoria, alteraciones neurológicas y renales Cd: problemas respiratorios y cardiovasculares Hg: afecta al sistema nervioso central y riñones.		Efectos no determinados
Partículas		Obstrucción de estomas Reduce la fotosíntesis Necrosis y caída de hojas	Erosión por abrasión Depósito sobre edificios
Oxidantes Fotoquímicos: Ozono (O <sub>3</sub> )	Irrita las vías respiratorias, falta de coordinación y fatiga	EL O <sub>3</sub> y el PAN producen manchas. Necrosis de hoja. Disminución del crecimiento y reproducción	

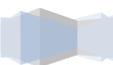
20. ¿Qué es la capa de ozono estratosférico? Justifica su importancia en relación con la vida en la Tierra.

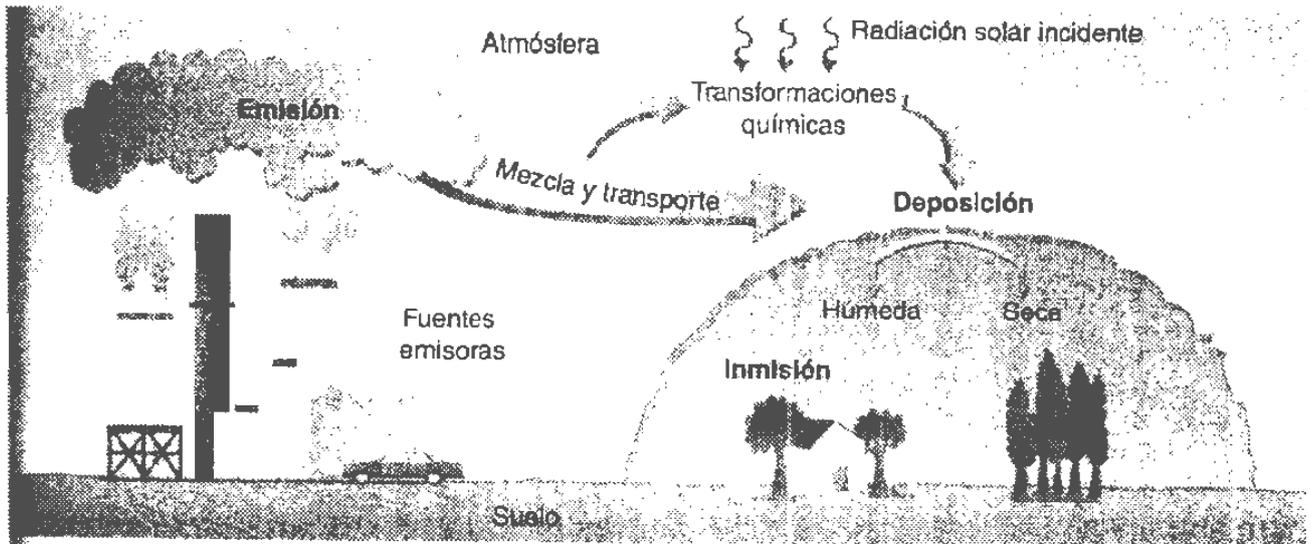
### 21 . El cambio climático.

- ¿Qué tendencia o cambio se está registrando actualmente en el clima global del planeta? ¿Crees que guarda relación con la actividad humana? Justifica brevemente tu respuesta.
- Define el concepto de efecto invernadero. Cita un gas responsable del mismo. ¿Crees que dicho efecto es perjudicial para los seres vivos? Explica tu respuesta.
- Expón una medida, justificándola brevemente, para reducir los efectos perjudiciales del cambio climático.
- Indica y explica brevemente dos posibles consecuencias asociadas al cambio climático actual.

### 22. Bloque 2. Contaminación atmosférica:

- Indica los tipos de contaminación del aire y da un ejemplo de cada uno de ellos.
- ¿En qué consiste el fenómeno de los agujeros de la capa de ozono estratosférico? Cita una consecuencia negativa de dicho fenómeno sobre los seres vivos.
- Basándote en el siguiente dibujo esquemático, explica los conceptos de "emisión" e "inmisión", indicando qué factores influyen sobre la dispersión y concentración de los contaminantes del aire.
- Explica el concepto de "lluvia ácida" e indica dos posibles efectos negativos de la misma.



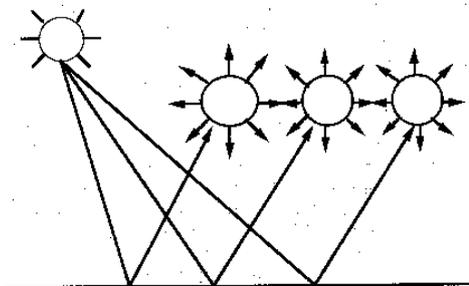


4. Explica el concepto de "lluvia ácida" e indica dos posibles efectos negativos de la misma.

**23. Bloque 3. Cambio climático.**

1. ¿En qué consiste el cambio climático que se está registrando actualmente en nuestro planeta? Cita una causa responsable del mismo.
2. ¿Qué es el "efecto invernadero"? Cita un gas responsable del mismo. ¿Crees que dicho efecto, por sí solo, es perjudicial para la vida? Justifica tu respuesta.
4. Cita y explica dos consecuencias derivadas del cambio climático.

**24. Bloque 3.**

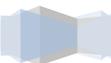
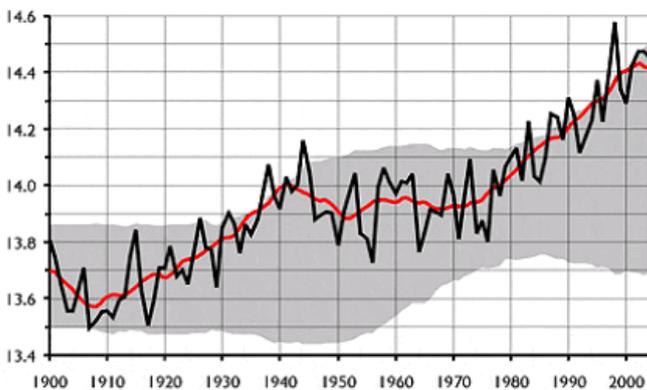


1.- ¿Qué fenómeno representan los dos dibujos de la izquierda? Pon nombre a los gases **A**, **B** y **C** del dibujo superior.

2.- ¿Crees que el aumento de la temperatura media mundial, representado en la figura de abajo, puede potenciar la peligrosidad de algún tipo de riesgo natural? Cita dos ejemplos y explícalos brevemente.

3.- Algunos especialistas advierten que la malaria, enfermedad típica de zonas tropicales, podría llegar a Europa como consecuencia del fenómeno mostrado en la figura. ¿Cómo explicarías esta predicción?

4.- Propón dos medidas para reducir el impacto del problema ambiental representado en el esquema.



25. Recientemente se ha publicado un estudio en la prestigiosa revista científica *Nature* llevado a cabo por investigadores alemanes, ingleses y canadienses, en el que se advierte de la aceleración del cambio climático en los últimos años. El artículo señala que “si no se reducen drásticamente y con urgencia las emisiones de dióxido de carbono, será imposible evitar un calentamiento medio de la Tierra de 2°C, umbral que se considera peligroso para muchas formas de vida”.

- 1.- ¿En qué consiste el cambio climático actual?
- 2.- ¿Cuál es el motivo principal de dicho cambio?
- 3.- ¿Consideras que se puede solucionar el problema? Expón tu opinión libremente, citando dos posibles medidas para corregir o mitigar su impacto.
- 4.- ¿Crees que el cambio climático puede tener consecuencias negativas en España? Cita dos posibles impactos, si los hubiera, en nuestro país.

**26.-Contaminación atmosférica**



1.- ¿Qué fenómeno contaminante representa la figura? Describe brevemente cómo se forman los elementos contaminantes y cita un impacto que dicho fenómeno provoca en los ecosistemas.

2.- ¿Qué opinión te merecen las centrales térmicas basadas en combustibles fósiles? ¿Crees que hay fuentes alternativas de energía? Cita dos.

3.- ¿Crees que el proceso contaminante representado en la figura puede provocar

problemas entre países vecinos? Razona tu respuesta.

4. Cita un ejemplo de proceso de contaminación atmosférica regional y transfronteriza, y explica brevemente cómo se origina y qué efecto tiene sobre los ecosistemas acuáticos.

**27. Opción B. Cambio climático.**

- 1.- Define el concepto de cambio climático y explica por qué las emisiones de CO<sub>2</sub> por la actividad humana han contribuido al problema. ¿Hay otros contaminantes implicados en el proceso? Cita un ejemplo.
- 2.- Cita y explica dos consecuencias del cambio climático.
- 3.- ¿Qué es el Protocolo de Kyoto?
- 4.- ¿Crees que la deforestación tiene algo que ver con el cambio climático? ¿Por qué?

**28. Bloque 3. Contaminación atmosférica.**



1. Basándote en el siguiente dibujo esquemático, explica los conceptos de “emisión” e “inmisión” y cita tres factores que influyen sobre la dispersión y concentración de los contaminantes del aire.

2. Pon un ejemplo de deposición húmeda de contaminantes atmosféricos y cita una consecuencia

negativa que ejerza sobre los ecosistemas.

3. Cita un ejemplo de contaminación atmosférica cuyas repercusiones actúen a escala global, y propón una medida correctora.

4. Si no tuvieras a tu disposición ningún equipo o herramienta de análisis de la composición química del aire, ¿cómo podrías evaluar de forma aproximada la calidad del mismo en un territorio o ecosistema determinado?

### 29. Opción A. Contaminación atmosférica

1.- ¿Qué es la contaminación acústica? Cita dos fuentes de este tipo de contaminación.

2.- ¿En qué consiste un smog? ¿En qué lugares y bajo qué condiciones atmosféricas puede ocurrir?

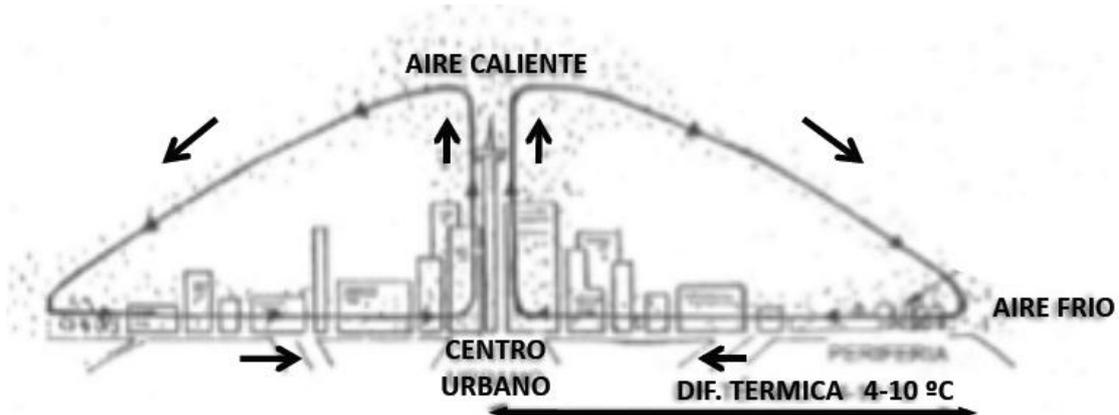
### 30. Bloque 2

La emisión de gases de distinta naturaleza por actividades humanas ha desencadenado en el último siglo diversos procesos de contaminación atmosférica. Uno de los más nocivos para la salud de los ecosistemas y de las poblaciones humanas es la lluvia ácida.

- ¿Cuál es la actividad humana principalmente responsable de la lluvia ácida? ¿Qué contaminantes químicos están implicados? ¿Cuáles son los países más afectados por este tipo de contaminación?
- Explica brevemente cuál es el mecanismo o proceso mediante el cual se genera la lluvia ácida.
- ¿A qué escala espacial actúa la lluvia ácida? ¿Por qué?
- ¿Cuáles son los efectos de la lluvia ácida sobre los ecosistemas?

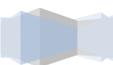
**31. En los últimos años, muchas ciudades de Europa y de nuestro país comenzaron a recomendar el empleo de transporte público para evitar el incremento en los niveles de contaminación. Esta medida es demarcado carácter preventivo, ya que en muchas ocasiones, las previsiones meteorológicas no consiguen mejorar la situación, sino que en algunos casos la hace más nociva.**

- Indica cuál es el fenómeno atmosférico que se representa en el dibujo adjunto y comenta de que se trata.
- ¿Cómo influye la presencia de núcleos urbanos en el movimiento de las masas de aire?
- ¿Como afecta el fenómeno de inversión térmica a la dispersión de contaminantes?
- ¿En qué época del año es más frecuente este fenómeno y en qué condiciones meteorológicas?

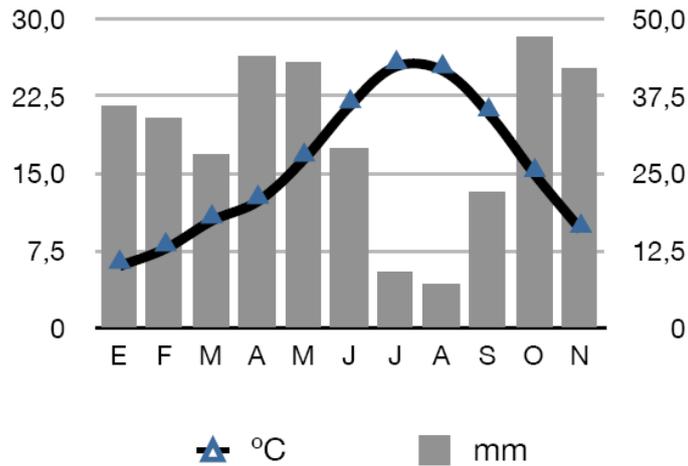


**32. El invierno pasado se despidió con abundantes chubascos y lluvias en toda la península, llegando incluso a presentarse episodios lluviosos hasta bien entrada la primavera. En la figura adjunta se recogen los datos promediados y el climograma correspondiente para una de las capitales de nuestra Comunidad.**

- Indica a partir del esquema adjunto ¿qué clima representa?
- Comenta las características del clima que se deduce de la figura adjunta.
- Explica en que consiste el efecto invernadero.



d. Cita dos medidas para disminuir el efecto invernadero y coméntalas de forma breve



Medias Mensuales	En	Fb	Ma	Ab	Ma	Ju	Jl	Ag	Se	Oc	No	Di	
Precipitación (mm)	36	34	28	44	43	29	9	7	22	47	42	55	
Temperatura (°C)	6	7,7	10,4	12,3	16,4	21,6	25,4	25,0	20,8	14,9	9,5	6,7	
Temperatura media mensual	33 °C								Temperatura media anual				14,7 °C

**33.Opción A. Contaminación de la atmósfera.**

1.- Cita dos fuentes naturales de contaminación atmosférica y otras dos de origen antrópico. ¿Qué tipo de fuentes tiene mayor impacto sobre el medio ambiente? Razona brevemente tu respuesta.

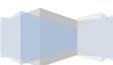
2.- Indica el principal proceso contaminante que origina cada uno de los siguientes gases cuando se emiten de forma masiva a la atmósfera: (a) dióxido de carbono y metano, (b) óxidos de azufre y de nitrógeno, (c) Clorofluorocarbonos (CFCs), (d) ozono y otros oxidantes fotoquímicos en la troposfera.

**34. Opción A.**

**China, el gigante asiático en vías de desarrollo, obtiene el 70% de la energía eléctrica a partir de centrales térmicas de carbón. Durante los años de mayor crecimiento, este inmenso país inauguraba una central térmica a la semana. La actitud política del gobierno chino no deja lugar a dudas: “el desarrollo y la erradicación de la pobreza que persigue el gobierno (chino) no se verán afectados en nombre de la lucha contra el cambio climático” ha dicho recientemente un alto cargo del gobierno.**

1.- ¿Por qué es más aconsejable el uso de gas natural que el de carbón? Expón dos razones. 2.- ¿En qué consiste el cambio climático global que está teniendo lugar en la actualidad? Propón dos medidas que ayuden a reducir el problema.

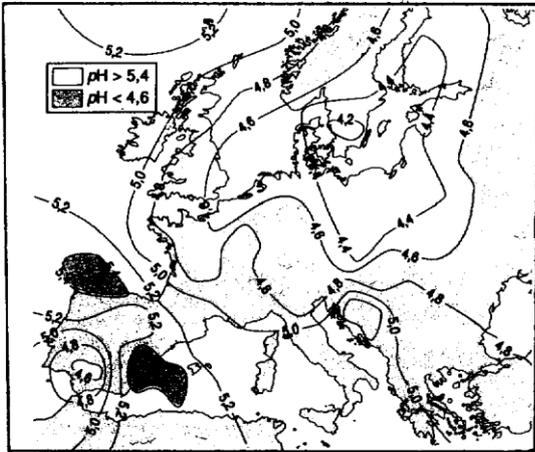
3.- ¿Crees que los países ricos estamos legitimados, moralmente, a exigir a China que reduzca las emisiones de gases implicados en el cambio climático? Responde libremente, basándote en la actitud de los gobiernos de estos países frente al problema.



4.- ¿Piensas que el cambio climático guarda relación con la deforestación y la desertificación? Justifica brevemente tu respuesta.

35

**Bloque 1: La gráfica muestra la acidez de las precipitaciones sobre Europa durante el periodo 1986/1990**



- Explica en qué consiste el fenómeno de las lluvias ácidas. Indica las regiones de Europa donde presenta una mayor incidencia y la razón de ello.
- Indica cuáles son los agentes químicos causantes de las lluvias ácidas y su evolución en la atmósfera
- Indica cuáles son los procesos industriales causantes de las lluvias ácidas
- Señala qué ecosistemas se ven más afectados por las lluvias ácidas y por qué.

### **36. Opción B.** Cambio climático.

- Define el concepto de cambio climático y explica por qué las emisiones de CO<sub>2</sub> por la actividad humana han contribuido al problema. ¿Hay otros contaminantes implicados en el proceso? Cita un ejemplo.
- Cita y explica dos consecuencias del cambio climático.
- ¿Qué es el Protocolo de Kyoto?
- ¿Crees que la deforestación tiene algo que ver con el cambio climático? ¿Por qué?

### **37. Bloque 2.** Contaminación de la atmósfera

- ¿En qué consiste el cambio climático que actualmente se está registrando en el planeta? ¿Por qué está ocurriendo? Cita dos gases involucrados en este proceso y dos posibles consecuencias derivadas del mismo.
- ¿Qué es un “smog sulfuroso”? Responde indicando las condiciones bajo las que se produce, los contaminantes implicados y la escala espacial que afecta.

