

TEMA 4: A bordo de un planeta en peligro

- El ser humano y el medio ambiente
- Los riesgos naturales
- Los riesgos tecnológicos
- Los recursos naturales
- ¿Alimentos para todos?
- El agua
- Los recursos de la geosfera
- La huella de la humanidad: los impactos ambientales
- Impactos sobre la atmósfera
- Impactos sobre la hidrosfera
- Impactos sobre el suelo
- Impactos sobre la biosfera

NOS HACEMOS PREGUNTAS

¿Qué podemos hacer para cambiar esto? Estamos inmersos en una sociedad de consumo en la que el medio ambiente no se tiene en cuenta la mayor parte de las veces, pero ¿qué pasaría si se contaminara toda el agua y todo el aire o si las plantas desaparecieran? Esas preguntas tienen respuestas que nos muestran escenarios de planetas apocalípticos como los que hemos visto en las películas de ciencia ficción. ¿Queremos llegar a ese extremo o queremos un planeta vivo? La decisión está en nuestras manos.

1. El ser humano y el medio ambiente

Desde su origen en África, el ser humano se extendió por todo el planeta. Lo hizo aprovechando un periodo de 11000 años de clima óptimo que llega hasta hoy y que los geólogos han llamado Holoceno.

El Antropoceno, ¿una nueva era?

En estos momentos, con una población de unos 7500 millones de habitantes que aumenta en un millón cada cinco días, empezamos a preguntarnos si este crecimiento puede seguir indefinidamente o si el planeta que nos acoge nos impone límites. Nuestra colonización ha supuesto graves pérdidas para el resto de la biosfera y hemos transformado tanto nuestro hogar que ya es difícil encontrar en él zonas vírgenes. Algunos científicos han propuesto un nuevo nombre para esta época de grandes alteraciones ambientales: Antropoceno, el tiempo del ser humano.

El medio ambiente

El medio ambiente es todo aquello que rodea y afecta a un ser vivo. En 1972 se celebró en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano y se acordó la siguiente definición: ***“El medio ambiente es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas”.***

La humanidad ha desarrollado durante siglos una actitud de **desapego** hacia su medio ambiente, contemplándolo como si fuera únicamente el escenario donde tienen lugar todas sus actividades. Esta actitud ha favorecido la realización de modificaciones muy severas en el medio ambiente, con una

despreocupación en ocasiones temeraria. Pero debemos cambiar este punto de vista para integrarnos en el medio ambiente y asimilar nuestra verdadera identidad como uno de sus componentes, y no como un elemento ajeno a él.

Factores del medio ambiente que afectan al ser humano

Los seres humanos **interactuamos intensamente** con el medio ambiente, ya que dependemos totalmente de él. Para comprender nuestras relaciones con el medio ambiente, hemos de **considerar tres aspectos** fundamentales:

- **Los riesgos**, que son aquellas situaciones que pueden suponer un peligro para los seres humanos o sus intereses. Pueden ser naturales, como una inundación, o estar causados por accidentes durante el desarrollo de alguna actividad humana, como la explosión de una central nuclear.

- **Los recursos naturales**, que son los bienes que extraemos del medio para satisfacer nuestras necesidades, como agua, recursos minerales, energía o alimentos.

- **Los impactos ambientales**, que son las alteraciones que provocamos los seres humanos en el medio como consecuencia de nuestras actividades. Talamos bosques para construir carreteras o ciudades, contaminamos la atmósfera, las aguas y los suelos con muchas sustancias químicas de diferente naturaleza, agotamos los recursos pesqueros marinos, cambiamos el clima, etc.

2. Los riesgos naturales

Los riesgos naturales se deben a la dinámica de nuestro planeta y pueden ser provocados por diferentes causas.

- **Los riesgos biológicos** están provocados **por seres vivos**. Se incluyen entre ellos, por ejemplo, **las plagas y las epidemias**.

Las plagas son proliferaciones descontroladas de especies animales o vegetales que causan daños a las personas y sus bienes o al medio ambiente. A menudo se trata de especies invasoras, transportadas intencionada o casualmente por el ser humano. Especies aparentemente inocuas, como los gatos o las cabras, causan serias alteraciones cuando compiten ventajosamente con las especies autóctonas.



Las epidemias son producidas por agentes patógenos que se transmiten con facilidad y pueden infectar y causar enfermedades a muchas personas en poco tiempo, como las epidemias de gripe, por ejemplo.



Algunas epidemias, como la peste bubónica en la Edad Media o la de gripe en 1918, han causado una gran mortandad. Cuando afectan a toda la humanidad, se denominan pandemias

- **Los riesgos meteorológicos** tienen su origen en fenómenos atmosféricos. Son las inundaciones, los tornados o los huracanes, entre otros.



- **Los riesgos geológicos**, como los **terremotos o las erupciones volcánicas**, están asociados a la energía interna del planeta. Los corrimientos de tierras están causados en parte por la energía interna, que eleva el relieve, y en parte por la energía externa en forma de fuertes lluvias o deshielos bruscos, que contribuyen a desmoronarlo.

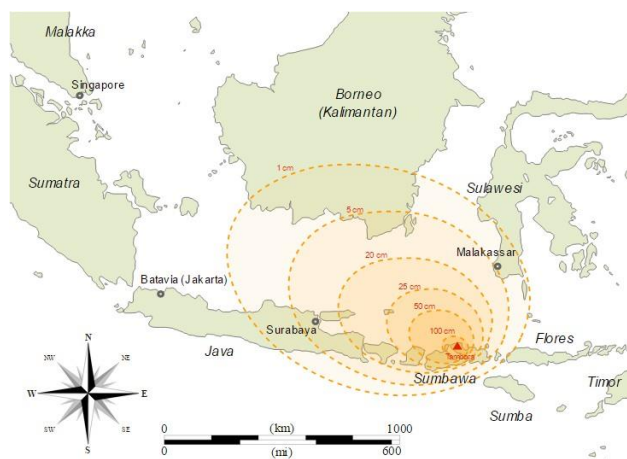
Los ancianos saben más: las piedras de tsunami

La costa de Japón está marcada por cientos de piedras talladas, algunas de hace varios siglos, cuya inscripción dice así: «No construyáis vuestra casa por debajo de este punto». Las piedras señalan los límites de las olas de tsunamis anteriores para advertir a los futuros habitantes de esos lugares del peligro que corren. Pero los japoneses actuales olvidaron esas recomendaciones y llegaron a construir una central nuclear en la costa: la central nuclear de Fukushima.



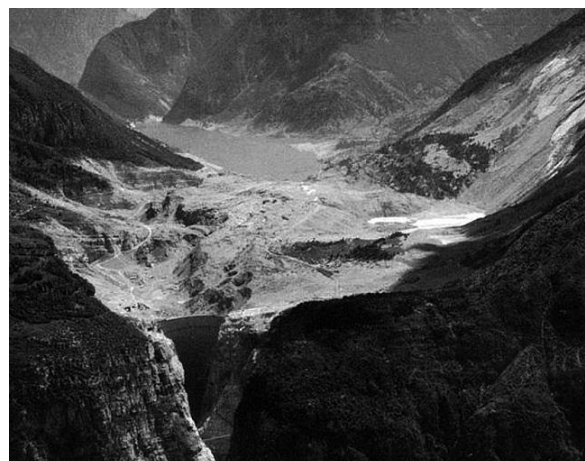
Vulcanismo: la erupción del Tambora

El 5 de abril de 1815 las explosiones que anunciaron la erupción del volcán Tambora en la isla de Sumbawa, Indonesia, se oyeron a más de mil kilómetros de distancia. Una amplia zona quedó cubierta con hasta tres metros de cenizas, 12000 personas murieron a causa de la erupción, y otras 80 000 de hambre, al perderse las cosechas. Fue el fenómeno volcánico más mortífero de la historia. Las cenizas velaron el Sol en todo el planeta, causando un importante descenso en las temperaturas: 1816 fue llamado «el año sin verano».



Corrimientos de tierras: la presa de Vajont

El 9 de octubre de 1963, tras un largo periodo de lluvias, 260 millones de km^3 de tierra y roca cayeron sobre el agua embalsada en la presa de Vajont, en Italia. El impacto generó una ola de 250 metros de altura que desbordó la presa y causó la muerte de 2000 personas en las poblaciones situadas en el valle.



3. Los riesgos tecnológicos

La actividad industrial requiere del manejo y transporte de sustancias altamente peligrosas. Esto puede ocasionar accidentes de importancia a los que llamamos riesgos tecnológicos. Estos riesgos están causados directamente por la actividad humana.

Accidentes industriales

Entre los accidentes industriales más graves se encuentran los escapes de material tóxico de las fábricas de productos químicos y los de material radiactivo de las centrales nucleares.

La catástrofe de Bhopal

En 1984 una fábrica de pesticidas en Bhopal (India) vertió al aire 42 toneladas de isocianato de metilo. Esta sustancia causó la muerte de entre 16000 y 30000 personas, hubo más de 500 000 afectados y 120 000 enfermos crónicos.

Los niños nacidos de padres o abuelos supervivientes sufren graves problemas de salud y las fuentes de agua y los suelos quedaron contaminados. El escape es actualmente el causante directo de entre 10 y 15 muertes al mes.



La empresa estadounidense responsable, Union Carbide, abandonó al poco tiempo la planta dejando una gran cantidad de residuos tóxicos muy peligrosos. La única compensación que ofreció por los cuantiosos daños humanos y ambientales que produjo fue una pequeña indemnización a las víctimas.

La central nuclear de Fukushima

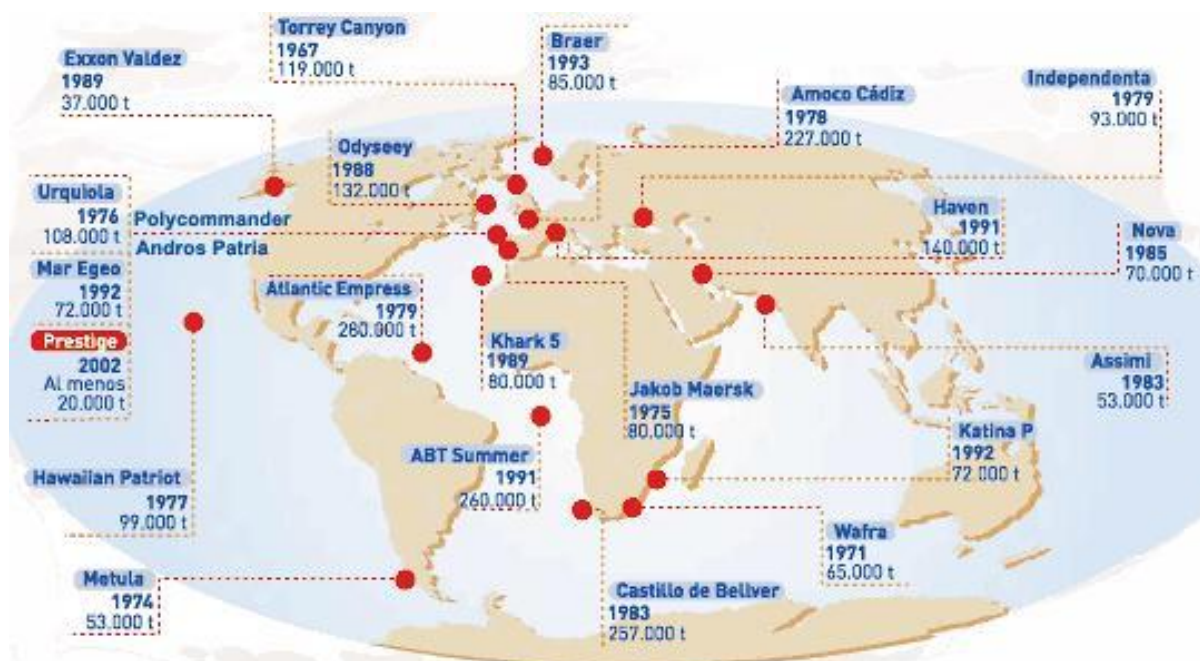
El 11 de marzo de 2011, a consecuencia del tsunami generado por un gran seísmo, la central nuclear de Fukushima, situada en la costa japonesa y protegida por un muro de 5,7 metros, fue inundada por olas que alcanzaron los 15 metros de altura. Se sucedieron una serie de averías que produjeron explosiones e incendios en cuatro de los seis reactores, con escape de gases y líquidos radiactivos a la atmósfera y al mar en concentraciones millones de veces superiores al límite de seguridad. Entre los trabajadores hubo 23 heridos y 20 afectados por la radiación. La población fue evacuada hasta 40 kilómetros de distancia. Actualmente, continúan los trabajos de descontaminación en la zona y la central será desmantelada.



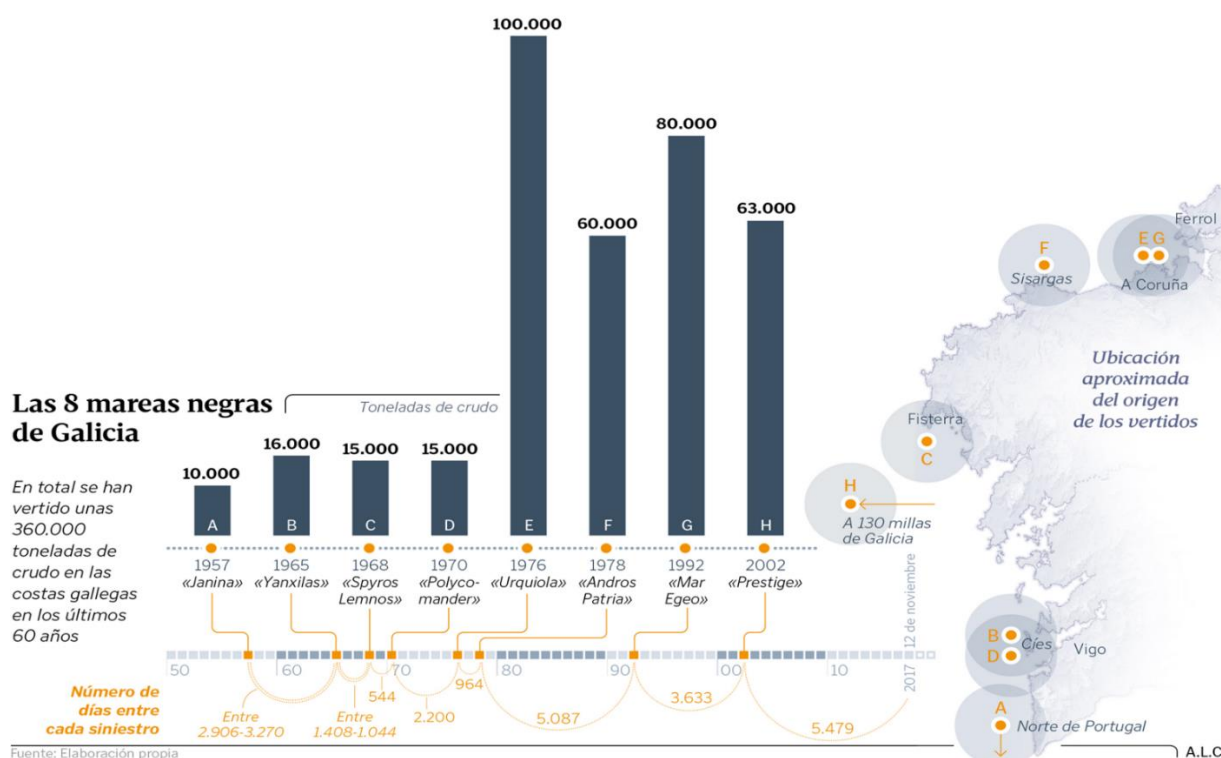
Accidentes en el transporte de hidrocarburos

En el transporte de hidrocarburos se pueden producir accidentes que causan graves perjuicios para el medio ambiente. Entre ellos se encuentran las **mareas negras**, que son vertidos de grandes volúmenes de petróleo provocados por el naufragio de buques petroleros causantes de importantes desastres ecológicos.

Para reducir costes en el transporte del petróleo, estos buques son cada vez más grandes, por lo que resultan poco manejables y tienen mayores probabilidades de sufrir accidentes. Para tratar de evitarlos y minimizar sus consecuencias se han adoptado medidas de seguridad, como la obligación de que los petroleros lleven doble casco para impedir que el petróleo llegue al mar en caso de accidente. Pero algunos armadores, para ahorrarse dinero, inscriben sus barcos en países cuyas autoridades no cumplen las normas relativas a la seguridad. A estos países corresponden las llamadas “banderas de conveniencia”.



Mareas negras en Galicia: En 2002 el Prestige, un barco con bandera de Bahamas, vertió 64000 toneladas de petróleo al mar causando una marea negra que afectó gravemente a la costa gallega. Este accidente ocupa el número 20 entre los peores de la historia. El Prestige había sido botado 30 años antes y no disponía de doble casco.



4. Los recursos naturales

La humanidad utiliza numerosos recursos naturales: los minerales y las rocas para la construcción y el transporte; el agua para beber y mantener una higiene adecuada, y las plantas y los animales para alimentarse. Además, nuestra sociedad necesita grandes cantidades de energía para poder transformar estos recursos naturales en bienes de consumo.

Tipos de recursos naturales

Los recursos naturales pueden ser renovables o no renovables.

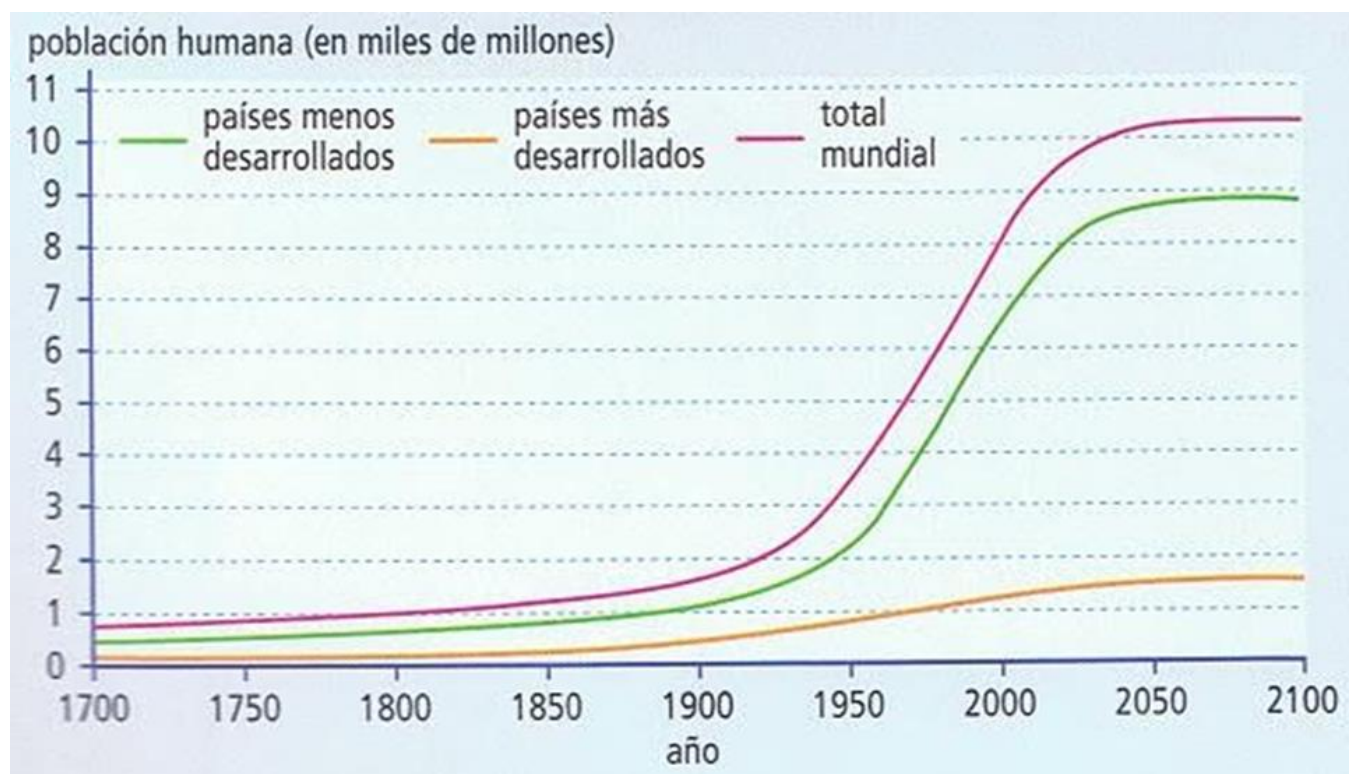
- Los recursos renovables se pueden regenerar después de haberlos extraído porque forman parte de procesos naturales continuos, como ocurre con los alimentos, la madera, la energía solar, la energía eólica o el agua.

Cuando los recursos renovables se consumen a un ritmo mayor que el que permite su regeneración natural, se produce la sobreexplotación del recurso, que termina con su agotamiento.

- Los recursos no renovables no se regeneran porque su proceso de formación es muy lento. Los minerales o el petróleo son recursos de este tipo que se van agotando progresivamente según van extrayéndose.

Consumo creciente, recursos limitados

El incremento de la población humana ha ido acompañado del aumento del consumo de recursos naturales por habitante.



Crecimiento de la población mundial desde Miles de millones el comienzo de la Revolución Industrial y tendencia esperada hasta 2100.

Pero el planeta tiene un límite, existe un número máximo de habitantes que la Tierra podría mantener denominado **capacidad de carga**. Si tenemos en cuenta solo las necesidades de agua y alimentos, esta capacidad de carga se estima entre unos 10 000 y 12 000 millones de personas según la ONU. Sin embargo, el inminente acceso al consumo de otros recursos por parte de cientos de millones de habitantes de los países con economías emergentes obligará a rebajar este número.

Otros cálculos, basados en el uso de recursos de la población actual y considerando los impactos que ocasiona, sitúan el límite para una Tierra en equilibrio en unos 5000 millones de personas.

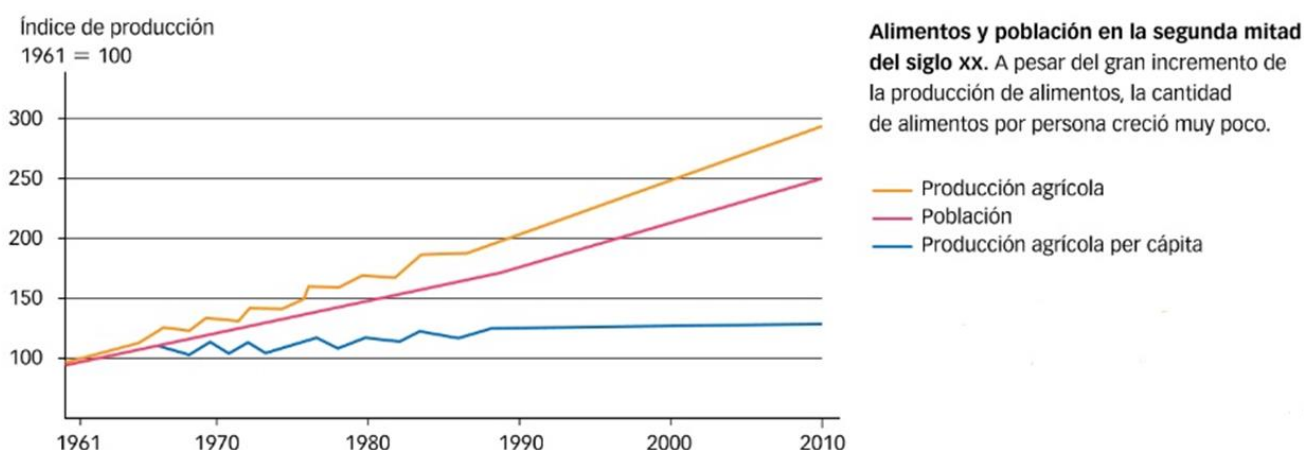
5. ¿Alimentos para todos?

La agricultura

El incremento de población que tuvo lugar a raíz de la Revolución Industrial produjo una gran demanda de alimentos. El sistema de agricultura tradicional no era capaz de sostener tantas bocas, pero a mediados del siglo XX la tecnología salvó la situación con el descubrimiento del DDT y otros plaguicidas, el uso de fertilizantes químicos y la mecanización del campo y del riego.

Todos estos avances constituyeron lo que se denominó **la Revolución Verde**, que supuso el comienzo de la agricultura intensiva y consiguió aumentar enormemente el rendimiento agrícola. Pero no todo fueron ventajas: con este tipo de agricultura comenzaron los problemas de **contaminación en suelos y aguas** causados por los pesticidas y los fertilizantes químicos.

Sin embargo, el aumento de población pronto anuló la ventaja que proporcionaba la agricultura intensiva. Actualmente, uno de cada ocho habitantes de la Tierra pasa hambre, ¡casi 940 millones de personas!



Además, según un informe publicado en 2014 por la ONU, la población mundial no va a estabilizarse, sino que va a seguir creciendo (especialmente en África) hasta alcanzar en el año 2100 un mínimo de 9600 millones y un máximo de 12 300 millones de personas. Es difícil que la producción de alimentos pueda seguir este ritmo, lo que augura un futuro complicado.

La pesca

Desde que aprendió a pescar, la humanidad ha explotado los océanos como fuente de alimentos. Pero el aumento explosivo de la población llevó a un incremento de las flotas pesqueras, y los avances tecnológicos (sonar, buques frigoríficos...) dotaron a estas de una eficacia tal que los mares han empezado

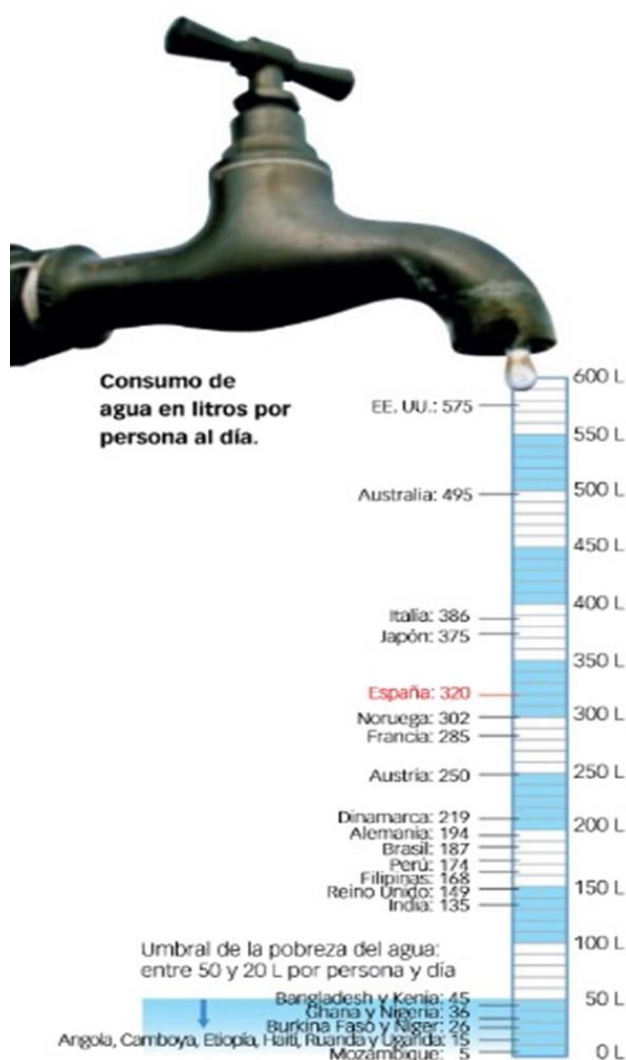
a vaciarse de peces. **La sobrepesca** impide que las poblaciones de peces se recuperen y los caladeros se agotan. Algunas prácticas, como la pesca de arrastre, son especialmente dañinas para los ecosistemas, ya que destruyen los fondos marinos de forma indiscriminada.

6. El agua

El agua es un recurso imprescindible. Es uno de los factores que determinan la distribución de las especies en la biosfera, así como la ubicación de los grandes núcleos urbanos e industriales, ya que interviene en casi todos los procesos productivos.

Necesidades de agua

La sociedad humana necesita un suministro constante de unos 50 litros diarios de agua por persona. Pero el agua es un recurso muy escaso en algunas zonas, como ocurre en muchos países africanos y en algunos asiáticos. Además, la calidad y la disponibilidad del agua se ven amenazadas por factores como la superpoblación, el crecimiento de la población urbana (que consume mucha más agua que la rural), la contaminación o el calentamiento del planeta. Este último factor es importante para valorar el futuro acceso al agua de muchas personas. En este momento hay unos 1000 millones de personas sin acceso a agua depurada, pero esa cifra podría llegar a 2000 millones en el año 2100 si se cumpliesen las predicciones de los climatólogos sobre el cambio climático. La principal causa de este empeoramiento sería la fusión de los glaciares de montaña, que en los Andes y en el Himalaya funcionan como grandes depósitos de agua dulce que se libera estacionalmente y alimenta ríos y acuíferos.



En qué se gasta el agua

La agricultura y la ganadería son los sectores que más agua consumen: utilizan casi el 70% del agua disponible; les sigue la industria, con un 20%, y el 10% restante corresponde al agua que usamos en nuestros hogares para ducharnos, lavar la comida o fregar los platos.

Parece claro que los mayores esfuerzos de ahorro deben realizarse en el apartado correspondiente a la agricultura y la ganadería, haciendo más eficientes los regadíos y las explotaciones ganaderas. La

producción de muchos artículos de uso corriente, como la ropa o los alimentos, requiere grandes cantidades de agua. A esa agua se la denomina **agua virtual**. Tenlo en cuenta cuando te compres una camiseta o te tomes un vaso de leche.

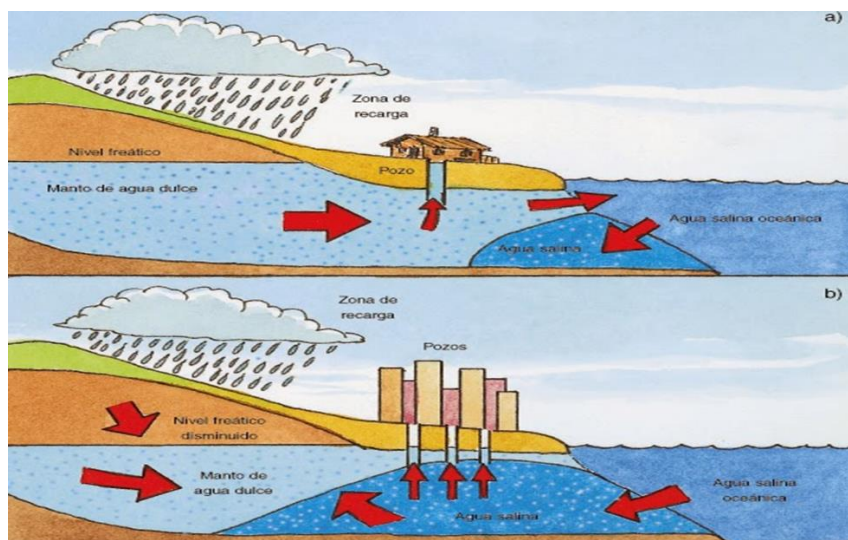


El agua subterránea

El agua subterránea se encuentra en los acuíferos, que son rocas con poros que pueden llenarse de agua, y cuya **recarga** se produce gracias al agua que reciben de la lluvia. Si se extrae más agua de la que se recarga, tiene lugar la **sobreexplotación** del acuífero.

El **nivel freático** es la superficie que separa el terreno seco del que tiene sus poros llenos de agua. Cuando extraemos agua de un pozo, baja el nivel freático, por eso hay que perforar cada vez a mayor profundidad para poder obtener agua.

En las zonas litorales, el riesgo de la sobreexplotación es la salinización de los acuíferos, que son invadidos por agua de mar. Esto hace que el agua pierda calidad o deje de ser apta para el consumo humano.



Proceso de salinización de un acuífero litoral. Mientras el nivel freático se mantiene alto, el flujo de agua dulce se dirige hacia el mar. Tras la continua extracción de agua dulce en los pozos, baja el nivel freático y se invierte el flujo, de modo que el agua marina se dirige hacia el acuífero.

Desalinización de agua de mar. ¿Es la solución?

El 97% del agua de nuestro planeta se encuentra en los océanos, es decir, es salobre y no es apta para el consumo humano.

¿Puede la desalinización del agua del mar ser un remedio para las zonas sedientas del planeta?

El problema es que este proceso consume mucha energía, por lo que esta tecnología solo puede implantarse en aquellos países que tengan fuentes energéticas abundantes y que dispongan de costa. Los países del golfo Pérsico, importantes productores de petróleo, cumplen esas condiciones; por eso, allí se encuentran dos tercios de las 18 000 plantas desalinizadoras que hay en el mundo.

En España hay plantas desalinizadoras en las islas Baleares, en las islas Canarias y en la costa mediterránea.



Las primeras plantas desalinizadoras imitaban el proceso de las salinas: mediante la evaporación del agua se conseguía precipitar la sal y separarla del agua. Después se ha usado el proceso de Ósmosis, mediante membranas que dejan pasar el agua pero no los iones salinos. Con este sistema el gasto energético se ha reducido de 9 a 3 kW/h por metro cúbico de agua dulce producida. La desalinización tiene un problema importante: la eliminación de las salmueras que se generan en el proceso. Estas aguas tienen una concentración altísima en sales que afecta negativamente a los seres vivos que habitan en las zonas donde son vertidas.

7. Los recursos de la geosfera

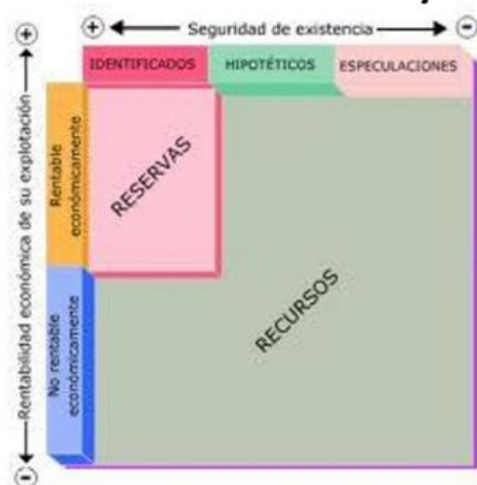
De la geosfera extraemos materias primas como minerales y rocas, y utilizamos el suelo como asiento de la agricultura.

Minerales y rocas: ¿durarán siempre?

Los minerales y las rocas son recursos **no renovables** esenciales para la industria. Se emplean para producir metales, cerámicas, vidrio, cemento, hormigón, etc., y como combustibles. Para saber cuánta cantidad de un mineral se puede extraer se emplea el concepto de reserva. **La reserva de un mineral** es la cantidad que puede extraerse de dicho mineral con la tecnología disponible y de forma que sea rentable económicamente.

El concepto de reserva **no es científico, sino económico**. Esa es la razón por la que la valoración de las reservas oscila según las necesidades del mercado. Las reservas de un mineral pueden aumentar si, al escasear este, su precio sube y aquellos yacimientos que no eran rentables por tener poca concentración pasan a serlo. También puede ocurrir que se descubran nuevas tecnologías que permitan explotar yacimientos inaccesibles hasta ese momento o bien pueden descubrirse nuevos yacimientos.

2.1. Diferencia entre recurso y reserva



A pesar de las repetidas alarmas, todavía no se ha agotado ningún mineral importante. A veces, el problema se ha solucionado con un nuevo material que ha reemplazado al mineral que empezaba a ser escaso. Por ejemplo, muchos de los cables que se utilizan para las comunicaciones son de fibra óptica y no de cobre como antes. Pero las reservas de petróleo disminuyen de forma alarmante, y por eso la búsqueda de nuevas fuentes energéticas es prioritaria para nuestra sociedad.

El suelo, un recurso mixto

El suelo es la capa superficial del terreno resultante de la alteración de las rocas causada por los agentes geológicos externos y por la actividad biológica. Ambos agentes contribuyen a liberar los elementos químicos que hay en las rocas, que de esta forma pueden ser asimilados por los vegetales para su nutrición.

Como estos procesos son muy lentos, pueden hacer falta miles de años para que se forme un suelo fértil; por eso se considera que el suelo es un recurso **no renovable**.

Los suelos fértiles sustentan la agricultura gracias a la cual obtenemos alimentos para nosotros y para los animales que criamos. Además, sirven como sustrato para la vegetación, que nos proporciona el oxígeno que respiramos, y también son útiles como filtros para el agua, que se beneficia de una depuración natural cuando los atraviesa.

Los cultivos intensivos continuados producen la **sobreexplotación** de los suelos que, como consecuencia, dejan de ser fértiles,

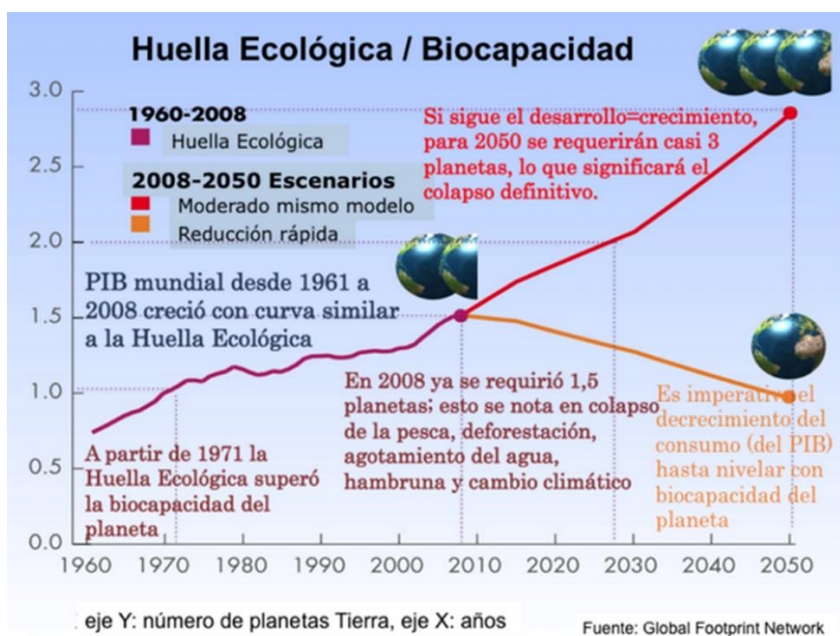
8. La huella de la humanidad: los impactos ambientales

Los **impactos ambientales** son las consecuencias sobre el medio ambiente de las actividades humanas normales: por ejemplo, usar un coche supone un impacto, pues contamina la atmósfera aunque su funcionamiento sea correcto. Los riesgos tecnológicos no se clasifican como impactos porque para que se produzcan hace falta que algo funcione mal.

Un indicador útil para apreciar el impacto ambiental que el ser humano ejerce sobre el planeta es el de **huella ecológica**, que se define como el área de la Tierra requerida para sostener una población.

Para calcular la huella ecológica se tienen en cuenta: la superficie habitada, la superficie ocupada por las infraestructuras necesarias para el transporte, la superficie cultivable necesaria para alimentar a esa población y a los animales que consume, la superficie que se requiere para el almacenamiento de los desechos que produce, etc.

El estudio conjunto de los recursos que utilizamos y de los impactos que producimos ha permitido a los científicos medioambientales concluir que la huella ecológica actual de la humanidad tiene una superficie equivalente a la de 1,5 planetas como la Tierra. ¡Hemos sobreexplotado el planeta!

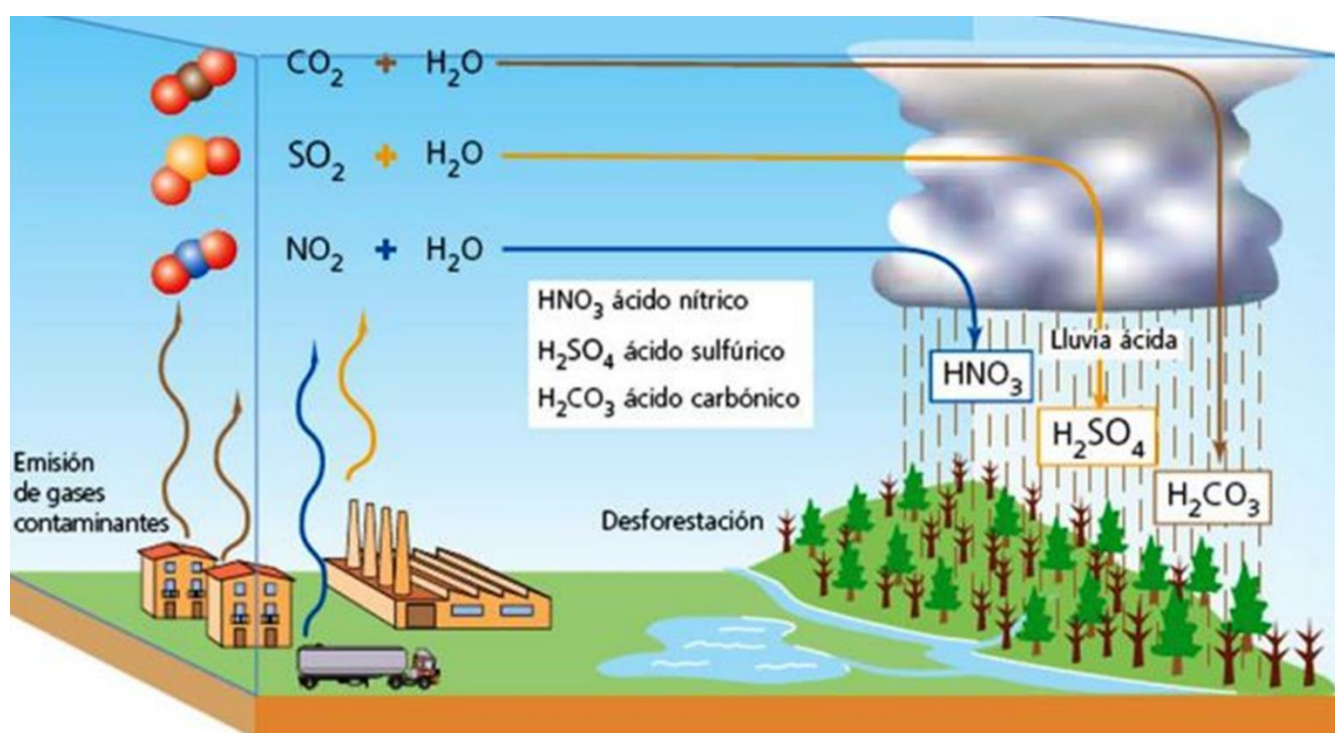


9. Impactos sobre la atmósfera

La presencia en la atmósfera de sustancias contaminantes procedentes de la actividad humana está provocando diversos impactos ambientales. Algunos se producen a una escala local o regional, como la lluvia ácida; pero otros, como el agujero de la capa de ozono o el calentamiento global y sus efectos sobre el clima, afectan a toda la Tierra.

La lluvia ácida

Al quemar los combustibles fósiles se liberan gases como el dióxido de carbono (CO_2), óxidos de azufre (SO_x) y óxidos de nitrógeno (NO_x). Cuando el agua de la atmósfera se combina con estos gases genera ácidos como el ácido carbónico (H_2CO_3), el ácido sulfúrico (H_2SO_4) o el ácido nítrico (HNO_3). La lluvia que cae ya no es neutra sino ácida, por lo que altera el pH de los suelos y las aguas, que pasan de neutras a ácidas. Esta lluvia causa graves daños a la vegetación, a la fauna acuática e incluso a los edificios.



Origen y efectos de la lluvia ácida.

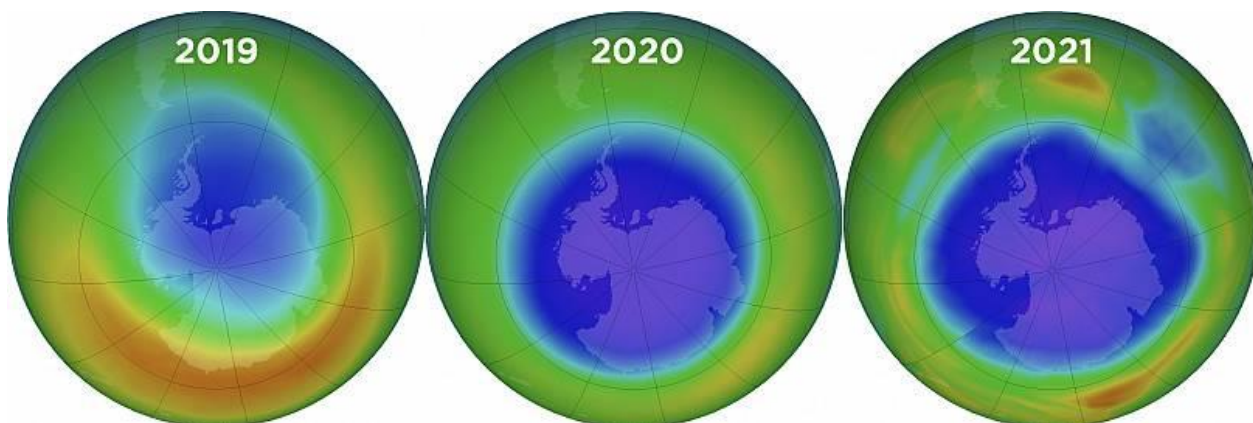
El ozono, un problema de altura

La ozonósfera es una capa de la atmósfera, situada entre 15 y 50 km de altura, donde se concentra el ozono (O_3). Este gas absorbe la peligrosa radiación ultravioleta de alta energía procedente del Sol.

Los datos recibidos por satélite y los que procedían de las estaciones polares avalaban la hipótesis de que la ozonósfera estaba disminuyendo a gran velocidad hacia 1970. Pronto se detectó la causa: unos compuestos químicos artificiales que contenían cloro, los **clorofluorocarburos (CFC)**, que llegaban hasta esas alturas y liberaban cloro que destruía el ozono estratosférico.

Los CFC son una familia de gases que contienen cloro, flúor y carbono. Se emplean como propelentes de aerosoles, en la industria de la refrigeración y también para fabricar aislantes térmicos. Su estabilidad química hace que puedan persistir en la atmósfera entre 50 y 100 años. Como el ozono nos protege de la

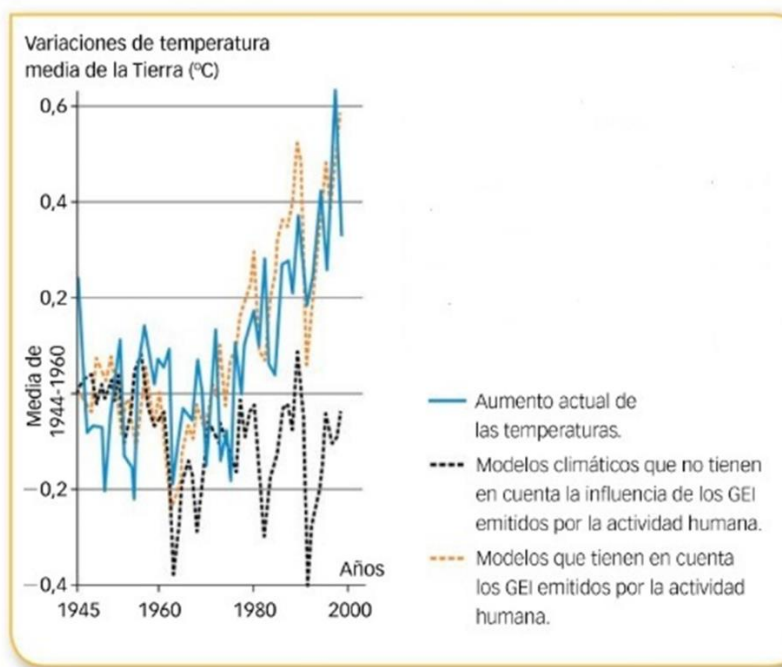
radiación que causa el cáncer de piel, hubo un movimiento mundial para detener su pérdida y desde el año 2000 se dejaron de emitir CFC a la atmósfera.



El cambio climático global

A mediados del siglo XVIII, con la Revolución Industrial, comienza a usarse de forma masiva el carbón como fuente de energía. Después, desde principios del siglo XX, se universalizó el uso del petróleo y sus derivados. Algunos de los gases que se liberan en la combustión de estos combustibles fósiles, especialmente el dióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4), causan un **efecto invernadero** porque retienen la radiación infrarroja terrestre evitando que pueda ser devuelta al espacio. Los **gases de efecto invernadero** se denominan abreviadamente **GEI**.

Hay un consenso masivo entre los climatólogos en que el incremento en la atmósfera de estos gases de efecto invernadero está afectando al clima de la Tierra produciendo un **cambio climático global**. La subida de $1,02^\circ\text{C}$ en la temperatura media del planeta desde 1850-1900 o la fusión de muchos glaciares de montaña lo confirman. Pero, antes de la aparición del ser humano, la Tierra ha experimentado grandes variaciones climáticas, llamadas glaciaciones, y periodos de invernadero. ¿Podría el calentamiento actual deberse a causas naturales?

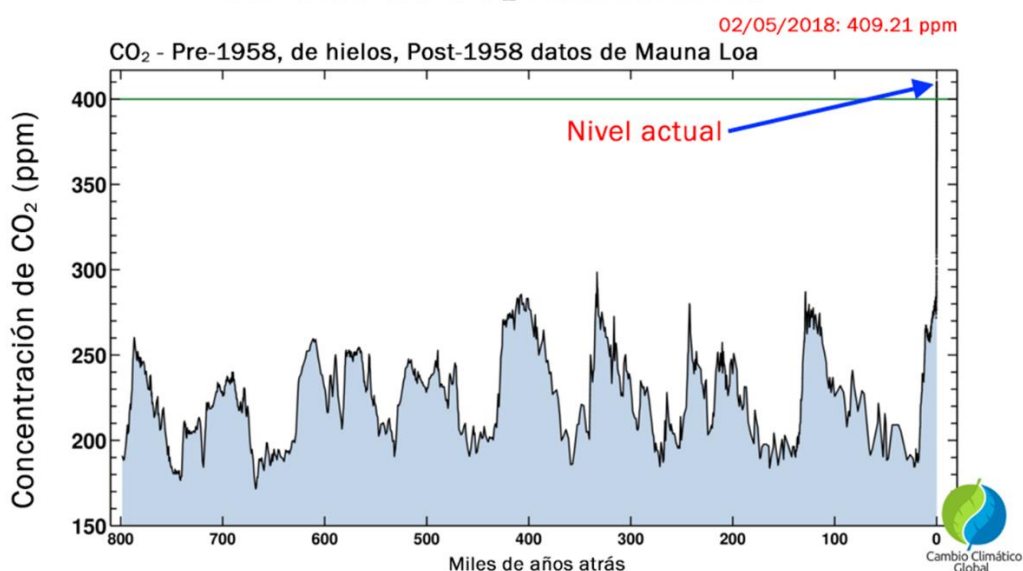


Los modelos climáticos son simulaciones informáticas obtenidas a partir de datos de la temperatura de la atmósfera y del agua de los océanos, de la extensión y el espesor de los hielos y de los niveles del mar. Estos modelos nos permiten calcular la evolución de la temperatura media teniendo en cuenta o no las emisiones de gases de efecto invernadero.

¿Cuál es el futuro del clima terrestre? Los modelos científicos predicen subidas de entre 2 y 5 °C sobre la temperatura de la época preindustrial en función de la cantidad de CO₂ que emitamos durante los próximos años. Este aumento de temperaturas tendría consecuencias muy graves para la biosfera, incluida por supuesto nuestra especie, como la desaparición de los corales, del hielo ártico en verano o la desecación total de la Amazonia.

Para evitar esta subida de temperatura deberíamos limitar la concentración de CO₂ en la atmósfera. Algunos climatólogos establecen una cifra máxima de 450 ppm (partes por millón); pero otros, más precavidos, proponen un límite de 405 ppm. Ahora, la media es 407,6 ppm, y la tasa media de aumento es de 2 ppm/año. Tenemos un margen de dos décadas o quizá cuatro o cinco para resolver este problema.

Niveles de CO₂ Atmosférico

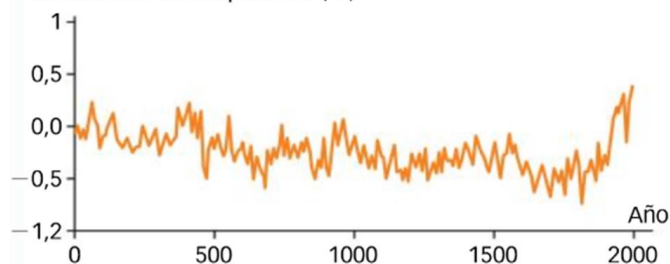


Pruebas del cambio climático global

Algunas personas todavía niegan que el cambio climático exista, pero los datos científicos muestran que se están produciendo cambios en la atmósfera, en los océanos y en las masas de hielo.

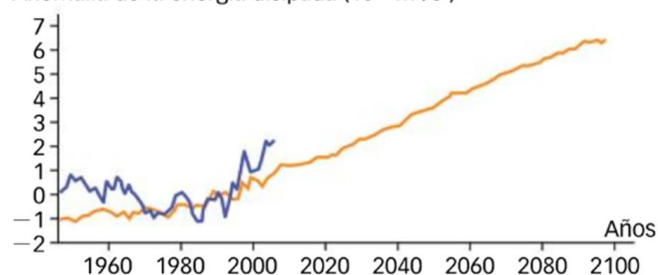
La forma de esta gráfica le valió el mote de «palo de *hockey*». Representa las variaciones de temperatura de la atmósfera en el Ártico en los últimos 2000 años. El cero de la escala vertical es la temperatura media entre 1961 y 1990.

Variaciones de temperatura (°C)



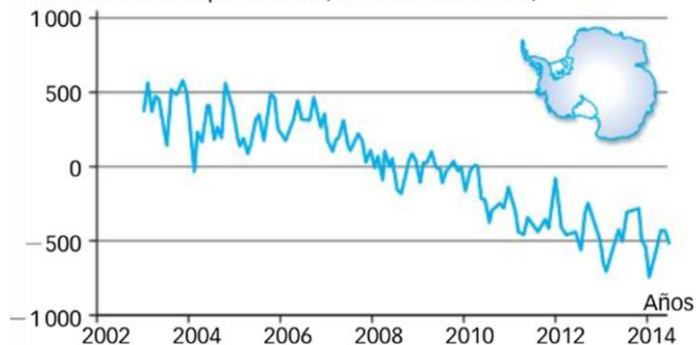
Los modelos climáticos predicen un aumento en la frecuencia de huracanes. La línea azul muestra el incremento de turbulencia en la atmósfera desde 1950 y la naranja, la previsión hasta 2100.

Anomalía de la energía disipada ($10^{11} \text{ m}^3/\text{s}^2$)



En el conjunto de la Antártida la reducción reciente de la superficie helada ha sido importante.

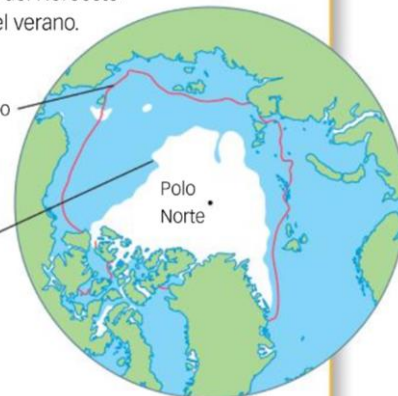
Variación de la capa de hielo (10^9 toneladas al año)



La disminución en la superficie helada del océano Ártico permite la navegación entre el Atlántico y el Pacífico por la apertura del «Paso del Noroeste» en algunos momentos del verano.

Extensión media del hielo ártico de 1979 a 2000

Extensión actual



10. Impactos sobre la hidrosfera

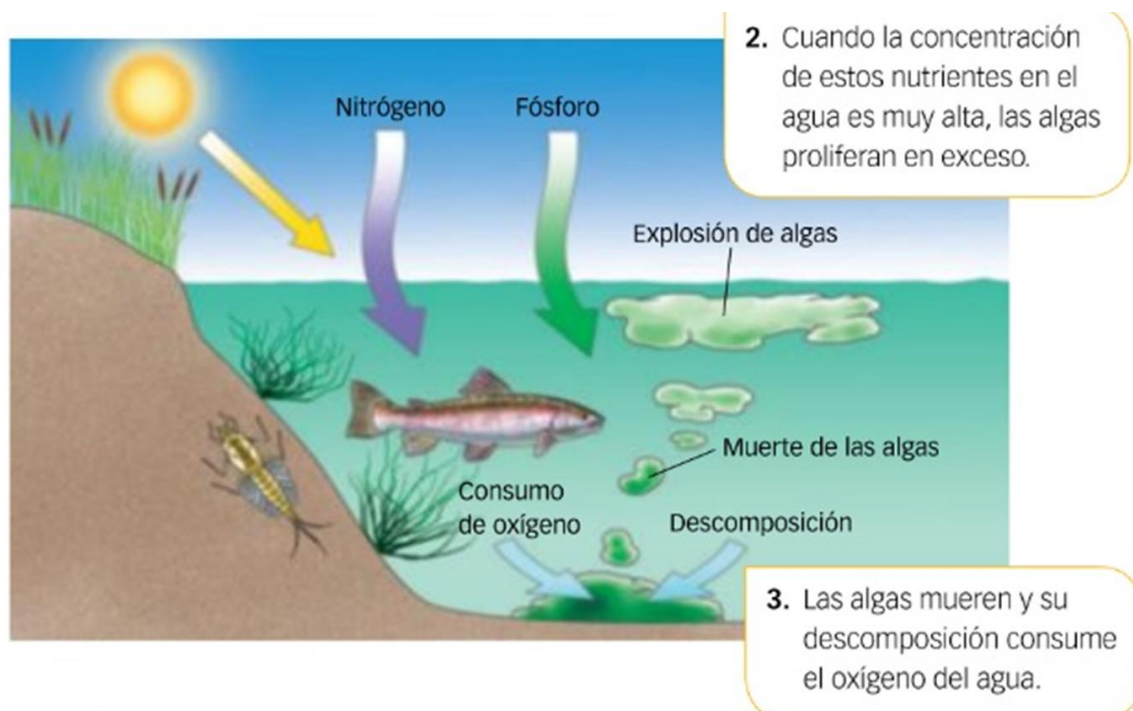
Los ríos, las aguas subterráneas y las aguas de los océanos sufren problemas como la contaminación y la sobreexplotación causados por la actividad humana.

Impactos en los ríos y lagos

Contaminación

Los seres humanos vertemos a los ríos productos químicos, residuos industriales, aguas residuales, etc. Estos contaminantes deterioran la calidad de sus aguas y afectan negativamente a los seres vivos.

La **eutrofización** es una consecuencia de la contaminación de las aguas que se enriquecen en nutrientes con el consiguiente aumento de la producción vegetal. Se produce por el vertido a los ríos de las aguas fecales de los hogares y de las aguas usadas en diversas industrias alimentarias, en las granjas o en el riego de suelos agrícolas.



Presas

Las presas se construyen para diversos fines: retienen el agua de los ríos para evitar inundaciones en casos de grandes crecidas; sirven para almacenar agua, y algunas producen energía no contaminante.

Pero estas infraestructuras también causan importantes impactos ambientales:

- Impiden la circulación normal del agua, y por ello:

- Destruyen los hábitats fluviales, como la vegetación de ribera,

- Impiden la circulación de la fauna a lo largo del río.

- Constituyen una trampa para los sedimentos que transporta el río, que fertilizan los terrenos de las orillas y forman los deltas. Como los sedimentos quedan retenidos por la presa, es necesario añadir fertilizantes a los suelos afectados; además, los deltas pierden volumen y se hunden en el mar.

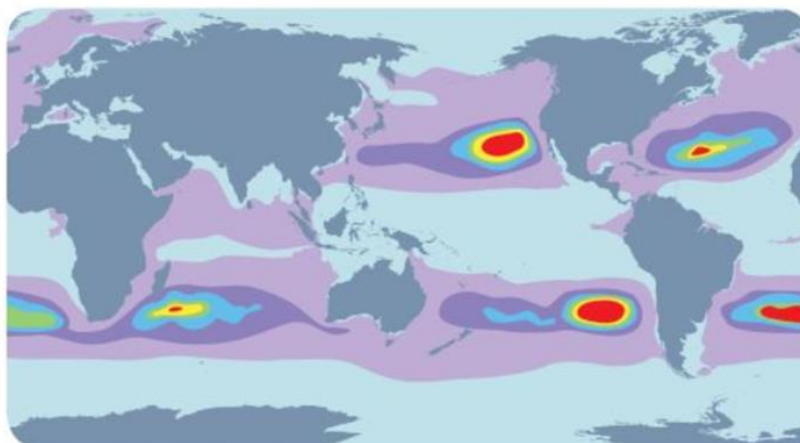
- Inundan el valle y obligan a sus habitantes a desplazarse.

Impactos en los océanos

La contaminación de las aguas marinas con basuras, efluentes industriales sin depurar, aguas residuales, vertidos de hidrocarburos, etc., degrada la calidad del agua y afecta gravemente a los ecosistemas litorales. Por si esto fuera poco, los océanos reciben buena parte de los contaminantes que transportan las aguas de los ríos.

Islas de plástico

De los 280 millones de toneladas de plásticos producidos en 2012, probablemente la mitad se convirtió en basura. Estos residuos suponen un peligro grave para la vida marina. Además, el oleaje fragmenta los desechos, formando microplásticos (partículas menores de 5 mm) que pueden pasar a la cadena alimenticia. Esta es una mala noticia, si tenemos en cuenta que tres de los plásticos más comunes, el PVC, el poliestireno y el poliuretano, son potencialmente tóxicos.



En los océanos, los restos plásticos se concentran en los giros oceánicos, corrientes circulares movidas por la rotación terrestre. El color rojo indica la máxima concentración de residuos.

Acidificación de los océanos

El exceso de CO_2 presente en el aire se disuelve en el agua de los océanos y genera ácido carbónico, H_2CO_3 . Su presencia en el agua hace que esta se acidifique. Estas aguas disuelven las conchas de los moluscos y del plancton calcáreo, lo que causa la muerte de estos organismos.

Aumento de la temperatura del agua

Al aumentar la temperatura del aire, el agua también se calienta. Algunas de las consecuencias que se producen son:

- **Blanqueamiento de los corales.** Los corales viven en simbiosis con unas algas que realizan la fotosíntesis. Cuando aumenta la temperatura, producen un exceso de oxígeno que es tóxico para el coral. Por ello, los corales expulsan a las algas y se rompe la simbiosis que existe entre ambos organismos.
- **Expansión de especies invasoras.** Al aumentar la temperatura, se favorece la aparición y proliferación de especies invasoras procedentes de mares tropicales. Por ejemplo, se ha observado un incremento importante de la población de estrellas de mar corona de espinas (*Acanthaster planci*) que habitan en los océanos Índico y Pacífico y se alimentan de coral, causando el deterioro del arrecife.

11. Impactos sobre el suelo

El suelo es el asiento de las actividades humanas, por lo que está expuesto a numerosos impactos.

La contaminación de los suelos

Toda actividad industrial o agrícola implica el uso de sustancias químicas que quedan retenidas en el suelo, creando riesgos sanitarios. Los vertidos de industrias, las aguas residuales, las aguas que han atravesado zonas de vertederos incontrolados, los abonos químicos y los pesticidas pueden ocasionar la acumulación en el suelo de sustancias contaminantes, algunas, como los metales pesados, muy tóxicas. La localización detallada de los contaminantes es una tarea cara y complicada.

Los impactos de la minería

La minería no suele ser muy amiga del medio ambiente. Por ejemplo, para separar el metal en las explotaciones de oro, se utiliza cianuro, que luego envenena los suelos o los ríos. En general, las explotaciones mineras alteran el paisaje, destruyen la vegetación y suponen la eliminación del suelo. Recientemente se han empezado a definir normas de respeto que no siempre se aplican; además, en los países en desarrollo, es frecuente la **minería ilegal** que, por definición, no está sujeta a ninguna regla.

La erosión

La erosión supone la eliminación del suelo. Por su consistencia porosa, los suelos son presa fácil de la erosión si la cubierta vegetal desaparece, como sucede cuando se tala un bosque o cuando se produce un incendio forestal. Pero los suelos también se erosionan cuando se utilizan técnicas de cultivo inadecuadas o se someten a sobrepastoreo. Cada año, 500 millones de toneladas de suelos son erosionados y van a parar al mar.

Los residuos

En todas las actividades humanas se producen residuos, pero no todos los residuos son iguales. Los hay muy peligrosos para la salud de las personas y de los ecosistemas, como los que proceden de ciertas industrias que contienen metales pesados, los disolventes, los aceites de uso industrial o los residuos de las centrales nucleares, que contienen materiales radiactivos.

Los **residuos urbanos** son menos peligrosos por su composición química, pero suponen un grave problema ambiental por la enorme cantidad que se produce. Cada habitante de un país desarrollado, como España, genera diariamente un promedio de 1,5 kg de basura. Las grandes ciudades son las mayores productoras de residuos urbanos por la gran cantidad de población y de actividades que concentran. Además, cada vez se generan más residuos porque se consume más y, preferentemente, productos envasados con materiales como cartones, metales o plásticos, que terminan en la basura. El problema se agrava porque utilizamos materiales y productos de envejecimiento rápido.

Vertederos tecnológicos

La inexistencia de legislación medioambiental en los países en desarrollo, o su incumplimiento cuando existe, ha permitido que estos sean utilizados por muchas industrias de países desarrollados como basureros de conveniencia de material tecnológico desechado. La población local extrae los materiales valiosos, como por ejemplo el cobre. Los componentes que no pueden ser vendidos son quemados. De la incineración de algunos componentes se producen gases tóxicos que pueden causar enfermedades respiratorias e incluso cáncer a quienes los inhalen constantemente,

El tratamiento de los residuos

Los vertederos controlados son los lugares donde se deposita una pequeña parte de los residuos que producimos. Cuando se construyen, se aísla el terreno de los residuos por medio de materiales impermeables que evitan que contaminen suelos y aguas. Pero los volúmenes crecientes de residuos obligan a instalar incineradoras donde los residuos se queman para eliminarlos definitivamente. Estas instalaciones traen consigo problemas climáticos y sanitarios, ya que emiten gases de efecto invernadero, partículas en suspensión y gases tóxicos para la salud. Para tratar de evitar algunos de estos impactos se instalan filtros en las salidas de humos que evitan la emisión de algunas de estas sustancias contaminantes. Para gestionar los residuos de una forma lo más sostenible posible, surgió la estrategia de las tres erres, que consiste en:

- Reducir la producción de residuos.
- Reutilizar los productos para poder darles una segunda vida con el mismo uso u otro diferente.
- Reciclar para convertir el producto en materia prima o en algún otro producto útil.

Impactos sobre la biosfera

La vida existe en la Tierra desde hace unos 4000 millones de años. Durante este tiempo, muchas especies se han extinguido y han surgido muchas otras.

La extinción de especies

En la historia de la Tierra ha habido cinco extinciones masivas, que se definen como aquellas en las que desaparece al menos el 75% de las especies. Todas ellas se produjeron por causas naturales, como grandes erupciones volcánicas o impactos de asteroides.

Extinciones masivas sucedidas en la historia de la Tierra

- 1. Final del periodo Ordovícico.**
Se extingue el 85% de las especies.
- 2. Final del periodo Devónico.**
Se extingue el 74% de las especies.
- 3. Final del periodo Pérmico.**
Se extingue el 95% de las especies.
- 4. Final del periodo Triásico.**
Se extingue el 80% de las especies.
- 5. Final del periodo Cretácico.**
Se extingue el 75% de las especies.



Actualmente, se extinguen entre 10 y 690 especies a la semana. Alarmados por este elevado ritmo de extinciones, muchos biólogos proponen que la humanidad está causando la sexta extinción. La diferencia respecto a las cinco anteriores es el tiempo: nuestra civilización va a causar una gran extinción en un periodo de tiempo de unos 500 años, un intervalo muchísimo más corto que el que duraron las cinco extinciones anteriores.

Por qué se extinguen las especies

Destrucción de hábitats

La destrucción de los bosques del planeta supone una enorme pérdida de biodiversidad. Cuando desaparecen los árboles, los animales que viven en el bosque pierden sus hábitats y se extinguen, y el suelo queda desprotegido frente a la acción erosiva de la lluvia y del aire. La tala y quema de bosques para obtener terrenos de labor sucede desde hace 9000 años, cuando la humanidad comenzó a cultivar sus alimentos. Desde entonces, los bosques se están convirtiendo en islas en un mar de terrenos de cultivo.

Contaminación de los ecosistemas

Las abejas y otros insectos, como mariposas y abejorros, son los responsables de la polinización, gracias a la cual las flores son fecundadas y dan frutos. Los frutos contienen las semillas que permiten reproducirse a las plantas. Sin embargo, las poblaciones de abejas están disminuyendo drásticamente y una de las principales causas es el empleo de plaguicidas en la agricultura intensiva. La producción de alimentos y la biodiversidad terrestre dependen en gran medida de la supervivencia de estos insectos.

Sobreexplotación

El atún rojo (*Thunnus thynnus*) se encuentra muy cerca del colapso si continúan las prácticas de pesca no sostenibles en el Atlántico y en el Mediterráneo. La prohibición temporal del comercio internacional del atún rojo podría permitir su recuperación.

Introducción de especies exóticas

Cuando se introduce una especie en un ecosistema al que no pertenece provoca diferentes efectos sobre las especies autóctonas: competencia, depredación, etc. La introducción del cangrejo americano (*Procambarus clarkii*) en los ríos españoles ha provocado la casi total desaparición del cangrejo de río autóctono.