

Concepto de sismo o terremoto

Otra de las manifestaciones externas de la energía de la Tierra son los terremotos, entendidos como «la liberación instantánea y puntual de la energía elástica, acumulada en las rocas por acción durante un cierto tiempo de tensiones dirigidas». Conviene matizar la definición, en el sentido de que es válida para la principal causa de la generación de sismos como es la fracturación de las rocas.

Distribución geográfica de los terremotos

La distribución geográfica de los terremotos obedece esencialmente a pautas geométricas definidas en la Tierra, coincidentes con los bordes activos de placas. Las principales zonas son: el cinturón circumpacífico, los fondos oceánicos coincidentes con las áreas de cordilleras mesoocéánicas y la banda Azores-Himalaya.

Predicción sísmica. Factores que la caracteriza y problemática

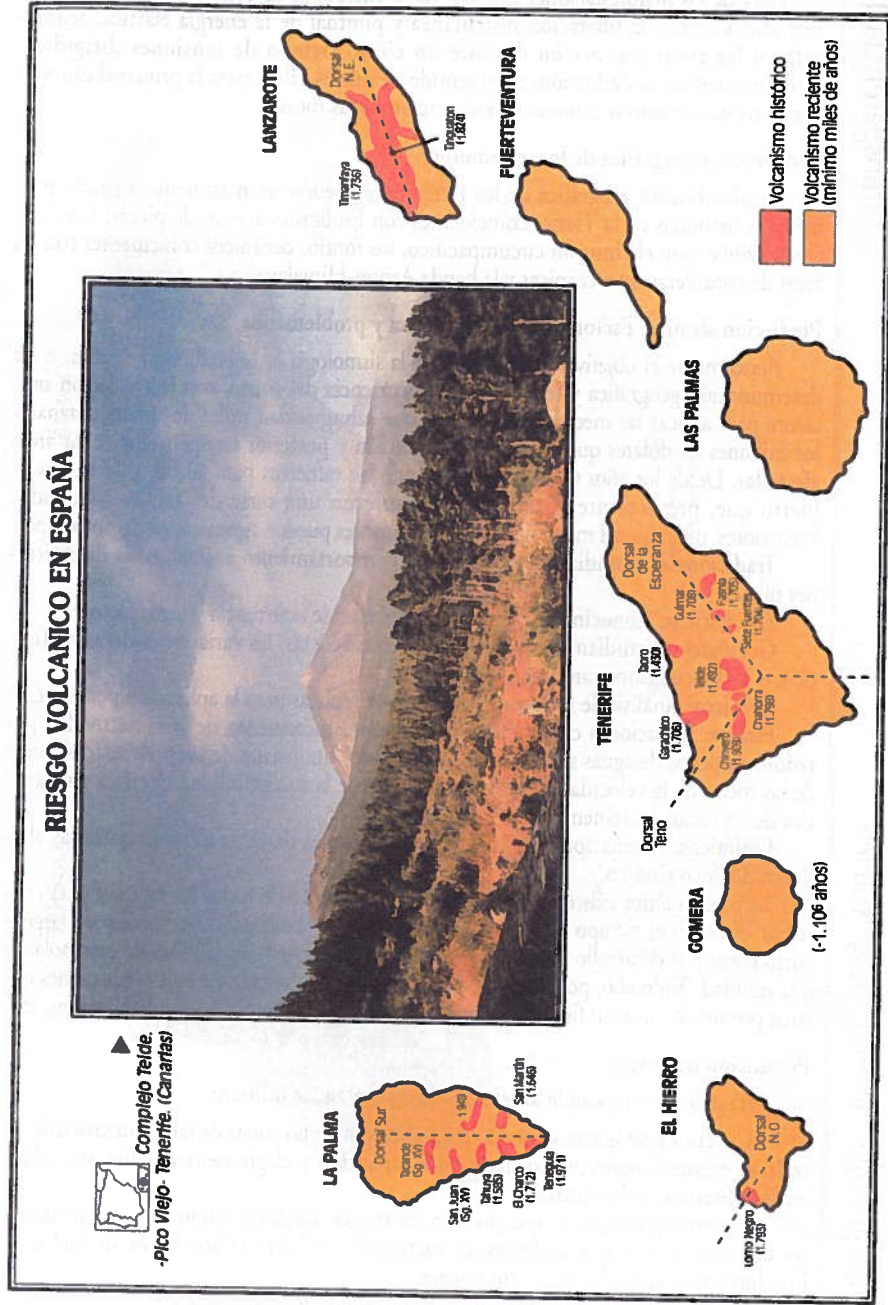
Actualmente el objetivo fundamental de la sismología es la predicción sísmica, o «la determinación geográfica y temporal de la ocurrencia del sismo, con la antelación suficiente para aplicar las medidas correctoras, que salvaguardan miles de vidas humanas y los millones de dólares que cuestan la destrucción y posterior recuperación de las áreas afectadas. Desde los años 60 se vienen aunando los esfuerzos para tal fin, y, se ha descubierto que, previamente al terremoto, acontecen una serie de factores llamados Precursores, preludio del movimiento. Los precursores pueden agruparse en distintos tipos:

- **Tradicionales:** Estudian la variación del comportamiento animal, o las disposiciones planetarias.
- **Estadísticos:** Conocimiento estadístico del área de ocurrencia y otros factores.
- **Geológicos:** Estudian la variación del nivel de costas, las variaciones del nivel freático, o las basculaciones anormales de las rocas.
- **Sísmicos:** Análisis de movimientos previos y réplicas para la aplicación posterior.
- **Físicos:** Elevaciones centimétricas del terreno. Incremento de la radiactividad por radón, en pozos de aguas subterráneas. Variaciones anormales de las propiedades físicas de las rocas, de la velocidad de las ondas P y S y de la susceptibilidad eléctrica y magnética de las rocas. Incremento de la piezoelectricidad.
- **Químicos.** Emanaciones de mercurio. Variaciones de las reacciones químicas alrededor del foco sísmico.

La problemática existente se centra en la integración de todos los factores para conseguir discernir el tiempo real del acontecimiento, la clasificación en señales de largo o corto plazo y el desarrollo de modelos teóricos y experimentales capaces de extrapolarlos a la realidad. Todo ello, porque no se puede alarmar a la población con predicciones que usen precursores que no fijen situación geográfica exacta, magnitud, probabilidades, etc.

Prevención de riesgos

- Para paliar en lo posible los efectos de los sismos, se utilizan:
- Criterios geológicos, como la determinación de las zonas de fallas superficiales. Se realizan estudios neotectónicos para evitar su acción y elegir asentamientos sin peligro en la ordenación del territorio.
 - Criterios geotécnicos, que prevean los riesgos asociados como son: los corrimientos de tierra, la rotura de embalses, la reactivación de fallas, la licuefacción de suelos, los hundimientos, las avalanchas y los seiches.
 - Criterios sociales, que prevengan los incendios, los saqueos, etc.



Riesgo volcánico en España

El riesgo volcánico actual, en España, se circunscribe exclusivamente al archipiélago canario. Aunque en la España Peninsular hay enclaves volcánicos más o menos extensos, como los del Campo de Calatrava, Olot o el del Cabo de Gata, de edad terciaria terminal-cuaternario. No se trata de un volcanismo activo, por tanto carece de peligrosidad y por ende de riesgo.

Volcanismo en las Islas Canarias

El volcanismo del archipiélago canario, sí se trata de un volcanismo activo. Es el responsable de la propia génesis de las islas y es histórico en la mayoría de ellas. Así, se datan al menos doce episodios volcánicos históricos desde la colonización española en el siglo XVI, hasta las más recientes, la de Tinguatán (Lanzarote 1.824) y la del Teneguia (La Palma, año 1971).

Dentro del conjunto de islas, existe mayor probabilidad de producción de procesos volcánicos en el grupo de las islas de Tenerife, Lanzarote, La Palma y El Hierro, que en el grupo constituido por La Gomera, Las Palmas y Fuerteventura, cuyas erupciones son muy antiguas y llevan al menos miles de años de inactividad.

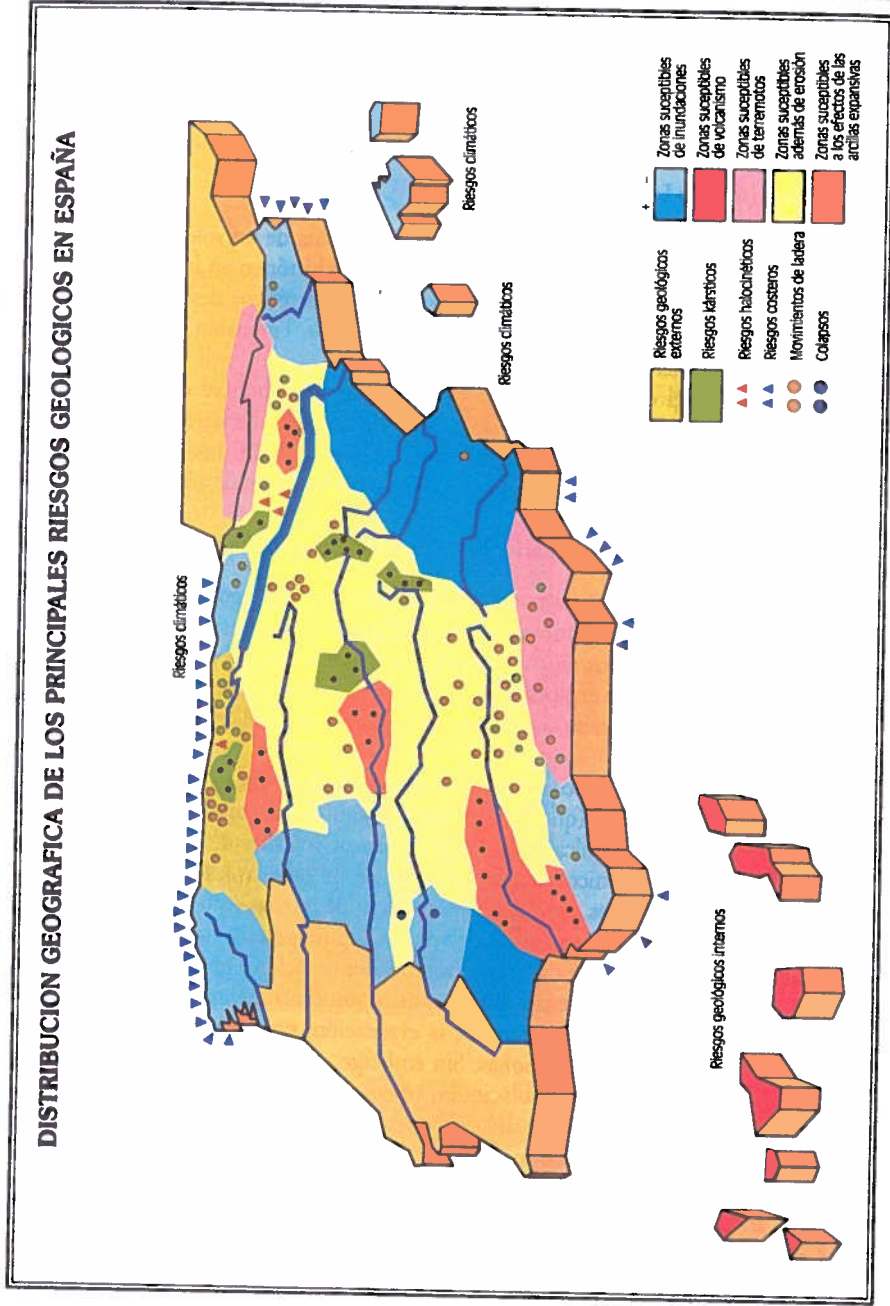
Ambiente geodinámico canario. Factores geológicos del riesgo volcánico

El ambiente geodinámico que caracteriza el archipiélago, corresponde con un volcanismo de borde continental pasivo de placa, o volcanismo de intraplaca. Por tanto, a grandes rasgos, la composición de magma está próxima a basaltos alcalinos, fluidos, con baja explosividad. La salida de los gases se realiza con facilidad, lo que evita las explosiones catastróficas, por eso, tanto la peligrosidad como el riesgo son en general bajos.

Los sistemas volcánicos canarios se asocian con las alineaciones de tipo fisural, denominadas dorsales, (que debe entenderse aquí sin la connotación que esa palabra tienen en la dinámica global) y que forman volcanes de estructura compleja, con materiales poligénicos, donde coexisten los episodios volcánicos con emisión de productos piroclásticos, con las coladas de lavas de movimiento relativamente lento.

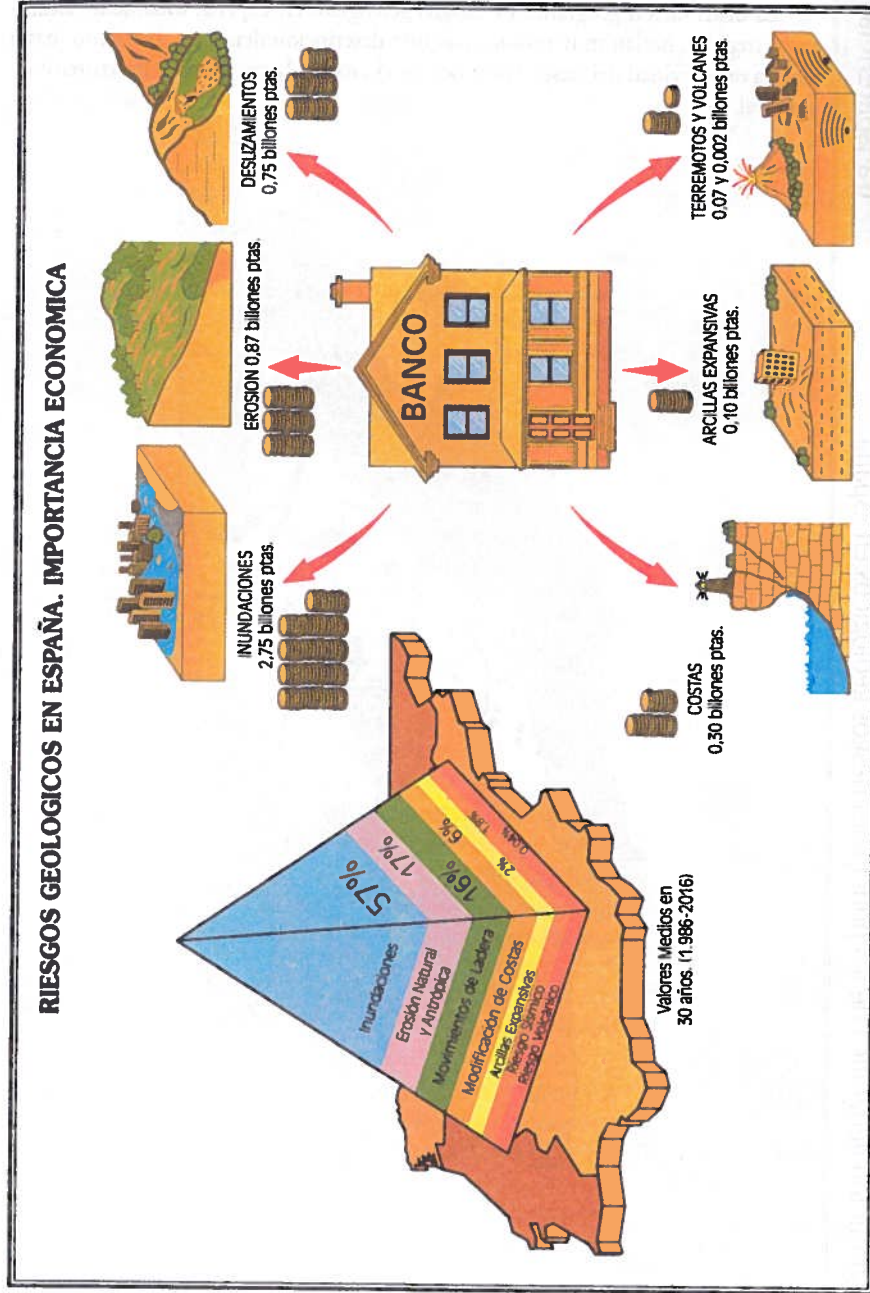
Normalmente en otros tipos de volcanes, el riesgo está asociado a los productos piroclásticos. En este caso, las posibilidades de peligro por caída de piroclastos es nulo prácticamente, entre otras cosas, porque no abundan. Las lavas, lentas debido a su composición, permiten la evacuación, por lo que no presentan tampoco riesgo alguno para personas. Sin embargo, sí presentan riesgo tanto para los bosques, como para las poblaciones, obras públicas en general o cultivos; por tanto, frente a la ausencia de riesgo personal, si cabe un cierto o importante, según los casos, riesgo económico-social.

Los episodios volcánicos reiterativos, facilitan el crecimiento de estructuras volcánicas, como el complejo Teide-Pico Viejo, que alcanza cotas de 3.718 metros, que es la altura máxima del país. En este punto, el magma, más superficial y viscoso, posibilita las fases explosivas con riesgo añadido de generación de lahares, por los aparatos nivales en las cumbres.



Distribución geográfica de los principales riesgos geológicos en España

La distribución geográfica de riesgos geológicos en España, totalmente aleatoria e irregular, harían muy prolija cualquier descripción detallada. Por tanto, basta citar la exclusividad del riesgo volcánico en el archipiélago canario y los costeros en el litoral.



transparencia 107

Cuantificación de riesgos en España

La estimación de riesgos en la Península Ibérica puede cuantificarse en varios sentidos, por un lado, calculando el porcentaje sobre el total que corresponde a cada riesgo principal, y, por otro, la importancia económica que representa cada uno. De la importancia económica pueden derivarse multitud de circunstancias sociales fáciles de imaginar.

Con mucho, el máximo riesgo tanto en la España peninsular como en la insular corresponde a los producidos por las inundaciones. En este apartado deben incluirse los efectos debidos a la inundación en sí, la cual tiene como causas diversas: las precipitaciones intensas puntuales, la mala gestión de la red hidrográfica, la ocupación sistemática de cauces para fines diferentes, la rotura de presas y las causas climáticas más o menos excepcionales, como la casi característica «gota fría» mediterránea o cantábrica. El porcentaje sobre el total estimado es del 57% para este riesgo, que en el año 1.995 se ha cobrado más de 20 víctimas y en los tres primeros meses del 96 ya se igualaban esas cifras, sin tener en cuenta los daños materiales.

En torno a un valor 16-17% se estiman los riesgos debidos a la erosión. La erosión conlleva graves consecuencias para uno de los recursos productivos no renovables más importantes, como son los suelos. La erosión natural, incrementada por otras acciones antrópicas específicas, son las causantes de la deforestación. Salvo la zona Norte y algunos lugares puntuales en el resto de la Península, el resto del territorio es susceptible de sufrir este riesgo y otros riesgos asociados, como los producidos por los movimientos de ladera.

A mayor distancia porcentual, se encuentran otros riesgos. Así, los porcentajes bajan en otros procesos geodinámicos y geotécnicos que generan riesgos, como son la modificación de costas, en términos generales (6%) de los riesgos y la acción de las arcillas expansivas sobre las construcciones y obras públicas en general.

Por debajo de esas proporciones quedan los riesgos con causas geológicas internas, como los de tipo sísmico (1,7 del total), concentrados geográficamente en la zona sur peninsular, por su relación geográfica con una zona activa a escala global, y a la zona Pirenaica, que guarda relación con los procesos tectónicos compresivos que generó la cordillera. Y los riesgos volcánicos, concentrados en el archipiélago canario (0,04).

Estimación económica de los riesgos en España

La estimación económica de riesgos, en valores medios, teniendo en cuenta las posibilidades de error, se cifra en 4,8 billones de pesetas. La aplicación de medidas predictivas, preventivas y de corrección de efectos disminuiría la cifra a menos de la mitad de los valores actuales.

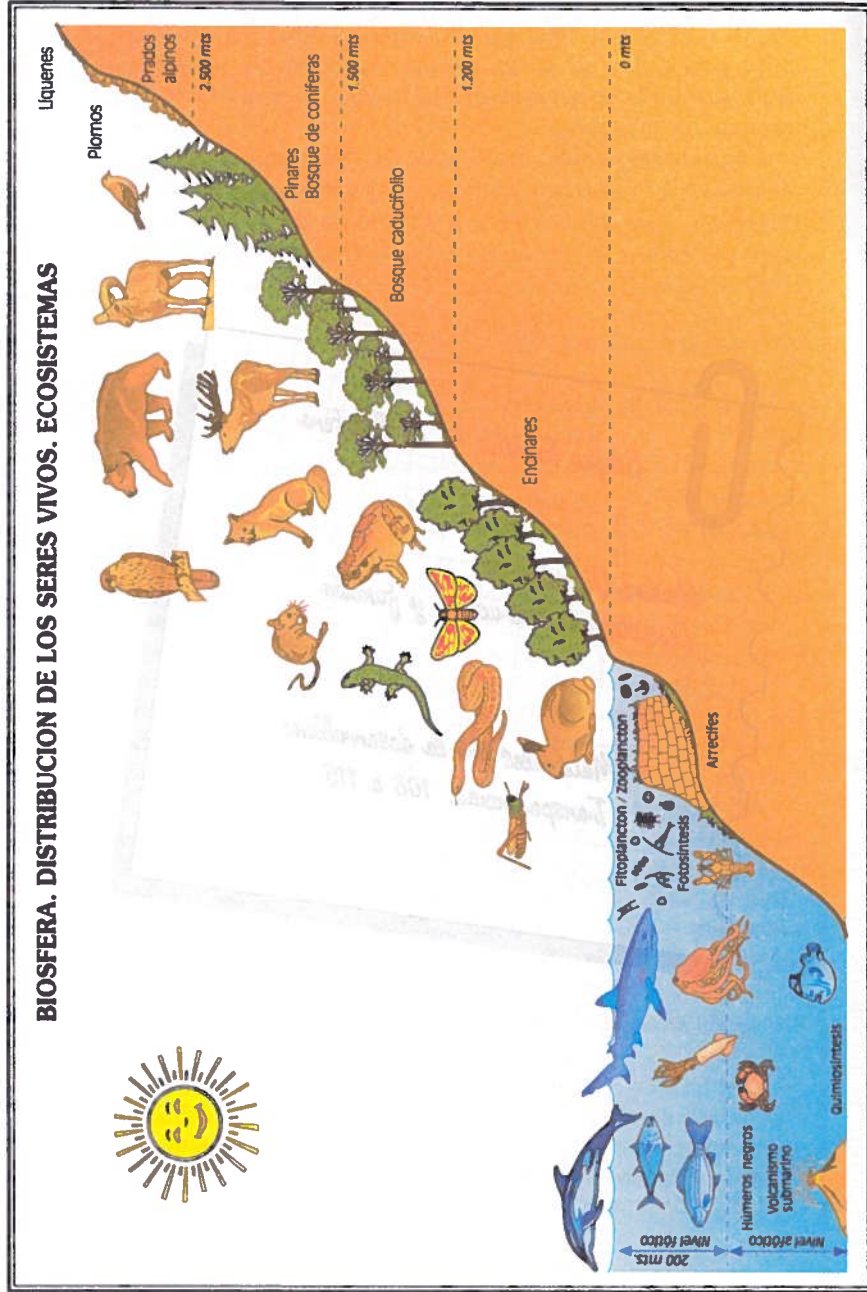
Riesgos geológicos en España. Importancia económica



Bloque Temático 4: La Biosfera

*Unidad Didáctica 11:
Ecosistemas. Estructura y función*

*Materiales que la desarrollan:
Transparencias: 108 a 115*



Concepto de Ecología

La Ecología, es una ciencia que estudia las relaciones existentes entre los seres vivos y el medio en el que éstos viven. Dentro de este concepto general, se pueden definir otros que la complementan, como son: la Autoecología, que estudia los factores físico-químicos del medio, la influencia de estos factores en los organismos, en su evolución y desarrollo; Sinecología, que estudia las relaciones entre organismos de diferentes especies; y la Ecología de las poblaciones, que estudia las relaciones existentes entre los organismos de la misma especie.

Los seres vivos en su conjunto se agrupan en un sistema, la Biosfera, que debe entenderse como una parte de la Tierra, donde existen seres vivos, organizados en ecosistemas.

Distribución de los seres vivos

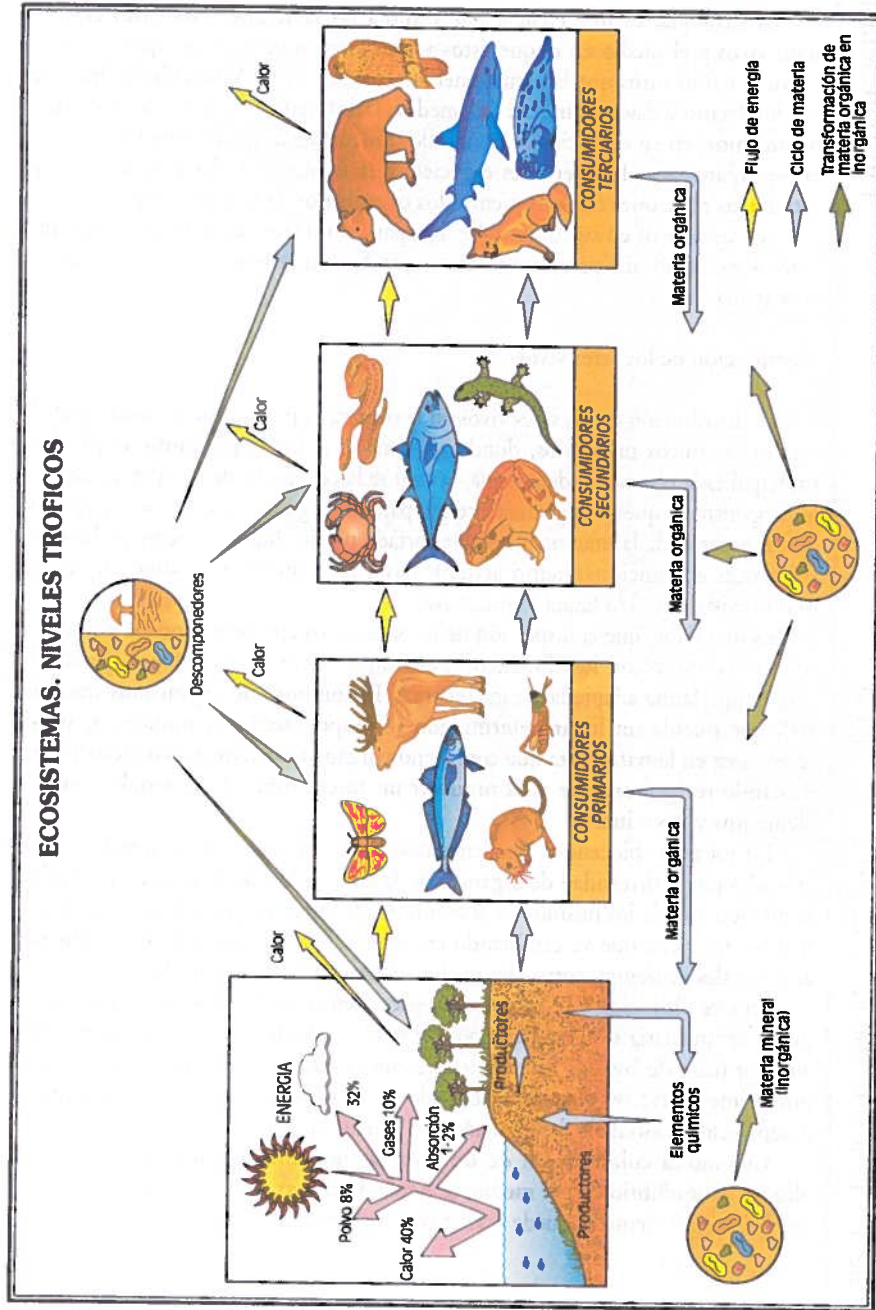
La distribución de los seres vivos en el planeta es prácticamente total, desde los fondos oceánicos profundos, donde no penetra la luz y, por tanto, el problema principal es la obtención de energía, la cual se hace a partir de la especialización de los organismos, que consiguen la energía para vivir, gracias a reacciones quimiosintéticas a partir de la materia mineral aportada por los humeros negros (chimeneas volcánicas en funcionamiento actual); hasta las cumbres más altas del planeta, donde exista flora y/o fauna significativa.

Es indudable que la dispersión de los seres vivos está condicionada por los factores físico-químicos, los climáticos u otros, por lo que en cada lugar aparece una flora y una fauna adaptada y característica. El conjunto de organismos (biocenosis), que puebla un lugar determinado (biótopo), recibe el nombre de ecosistema; área en la naturaleza que comprende organismos vivos y sustancias inertes, actuando recíprocamente para producir un intercambio de materiales entre los elementos vivos e inertes.

En todas las biocenosis pueden establecerse estructuras determinadas, condicionadas por la diversidad de organismos, la abundancia de algunos en particular y la distribución de los mismos en la comunidad. Desde luego, la biocenosis no permanece fija, sino que va cambiando en razón a las variaciones de las condiciones ambientales de tiempo corto, día-noche, medio, año o de mayor duración.

En este último caso se habla de sucesión dentro de la comunidad. La sucesión puede ser primaria si se establece por primera vez desde un lugar sin fauna ni flora anterior (caso de lavas de erupciones recientes o de rocas que afloran en superficie por primera vez), y secundaria, cuando una biocenosis sustituye a otra que ha desaparecido (caso de la desaparición por incendio).

Cuando la colonización de un biotopo por una comunidad determinada alcanza el equilibrio con el medio, se habla de clímax. El cambio de las condiciones físicas, por ejemplo, puede acabar con el clímax.



Energía y materia en los ecosistemas

Los ecosistemas para su funcionamiento, necesitan materia y energía que los mantengan activos y dinámicos. La energía utilizada es fundamentalmente energía solar, de la que el ecosistema utiliza una mínima parte, cuantificada en un 1-2% aproximadamente. El resto se pierde en las diferentes capas atmosféricas por diferentes procesos.

Aunque los sistemas naturales en relación con la energía se ajustan al enunciado del primer principio de la termodinámica, «la energía no se crea ni se destruye, se transforma», y se transforma principalmente en energía química, la almacenada en los enlaces químicos, susceptibles de ser utilizada por otros organismos. También se ajustan al enunciado del segundo principio de termodinámica, que preconiza «una pérdida sustancial de energía en forma de calor». Sin embargo, la característica esencial de los sistemas naturales es que la energía se utiliza de forma direccional, sin posibilidad de utilización cíclica ni retornable.

La materia, dentro de los ecosistemas, sí tiene un funcionamiento cíclico. Su utilización comienza cuando la materia inorgánica, contenida en los minerales, es absorbida por los vegetales que la transforman en su propia materia orgánica y que es transferida bajo esa forma a través de los animales, hasta su descomposición y transformación póstuma de nuevo en materia inorgánica en disposición de ser absorbida de nuevo.

Niveles tróficos. Tipos y características generales

Las transferencias de materia y energía que se producen en los ecosistemas, se siguen perfectamente a través de las cadenas alimenticias de cada nivel trófico, entendido «como el conjunto de organismos con idénticos hábitos en la obtención de materia y energía».

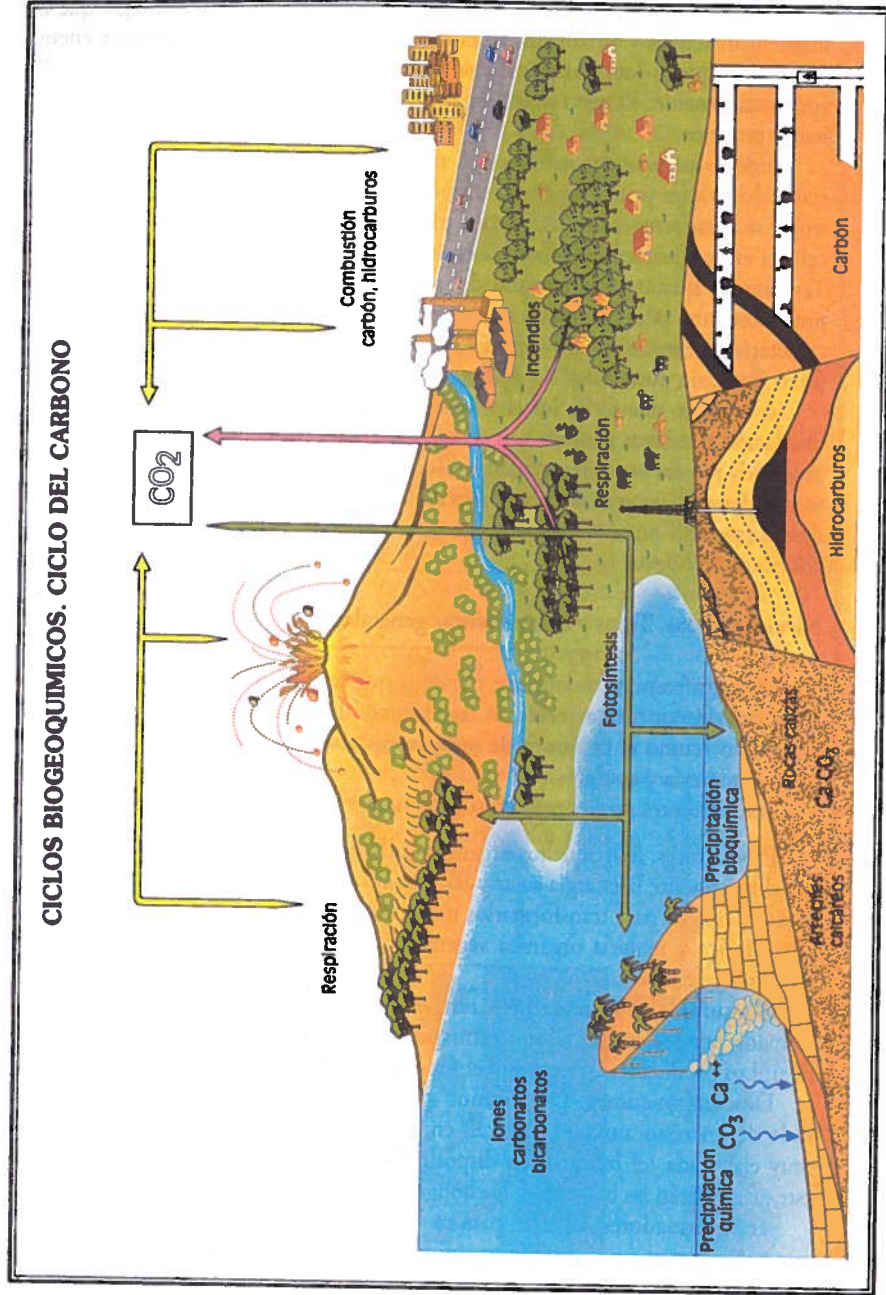
Los diferentes niveles tróficos son los siguientes:

Productores. Son aquellos organismos llamados también autótrofos, que utilizan directamente la energía solar y las sales minerales (elementos químicos inorgánicos) y el agua para transformarlos mediante el proceso de la fotosíntesis en energía química y materia orgánica vegetal. (En este nivel están todos los vegetales terrestres y acuáticos.)

Consumidores secundarios y terciarios. Utilizan la materia y la energía transformada por los consumidores primarios o secundarios (en el caso de los terciarios). Los productores terrestres y el zooplacton carnívoro son los ejemplos.

Descomponedores. Organismos que transforman la materia orgánica, derivada de un resto animal y vegetal, en materia inorgánica o en materia orgánica muy elaborada (el humus), en disposición de ser utilizada de nuevo. Dentro de este grupo están las bacterias y los hongos saprofitos.

Transformadores. Utilizan para su vida materia inorgánica o materia orgánica, que transforman en materia inorgánica en disposición de ser utilizada de nuevo por los productores. Bacterias.



Ciclo del carbono

El carbono se encuentra disperso en los sistemas ambientales de diferentes formas, con la peculiaridad de poder ser reciclado o intercambiarse entre ellos de diversas maneras. La fuente principal de carbono está concentrada en el sistema ambiental denominado **Atmósfera**. Se estiman masas de orden de 7.10^{11} Tm. Su concentración allí, se debe a la actividad interna del planeta, que lo expulsa en forma de CO_2 , mediante los procesos volcánicos.

Ciclo natural

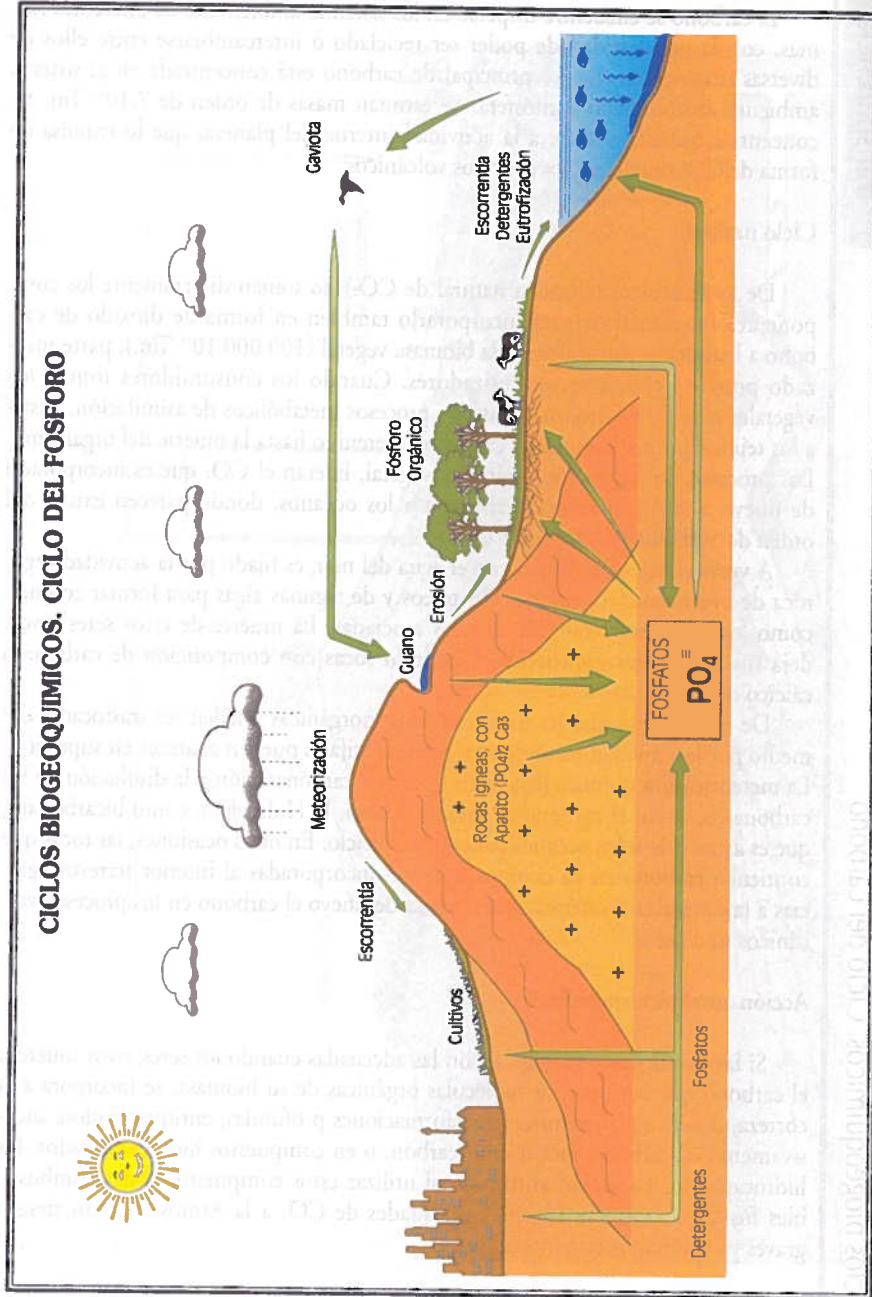
De la **Atmósfera** (almacén natural de CO_2), lo toman directamente los componentes fotosintéticos para incorporarlo también en forma de dióxido de carbono a la función clorofílica y a la biomasa vegetal ($100.000.10^{11}$ Tm.), parte utilizado por los propios fotosintetizadores. Cuando los consumidores toman los vegetales en su alimento, mediante los procesos metabólicos de asimilación, pasan a los tejidos animales, donde el carbono es retenido hasta la muerte del organismo. Los procesos de respiración, animal y vegetal, liberan el CO_2 que es incorporado de nuevo a la **Atmósfera**. De ahí pasa a los océanos, donde parecen existir del orden de $500.000.10^{11}$ Tm. de CO_2 .

A veces el carbono disuelto en el agua del mar, es fijado por la actividad orgánica de organismos, como los celentéreos y de algunas algas para formar colonias como los arrecifes y colonias algáceas asociadas. La muerte de estos seres vivos, deja sus estructuras esqueléticas formando rocas con composición de carbonato cálcico orgánico.

De igual forma que las rocas calcáreas inorgánicas pueden ser trastocadas del medio por la actividad tectónica, las calizas recifales pueden aparecer en superficie. La meteorización química de ambos tipos por carbonatación y la disolución de los carbonatos, pasan el carbono al sistema acuoso, la **Hidrosfera**, como bicarbonato, que es arrastrado a los océanos para cerrar el ciclo. En otras ocasiones, las rocas que contienen carbono en su composición son incorporadas al interior terrestre, gracias a la dinámica litosférica, apareciendo de nuevo el carbono en los procesos volcánicos ya citados.

Acción antrópica ambiental

Si las condiciones geológicas son las adecuadas cuando los seres vivos mueren, el carbono que contiene las moléculas orgánicas de su biomasa, se incorpora a la corteza, donde aquéllas sufren transformaciones profundas, enriqueciéndose sucesivamente en carbono para formar carbón, o en compuestos hidrocarbonados, los hidrocarburos. La acción antrópica, al utilizar estos compuestos como combustibles fósiles, incorporan ingentes cantidades de CO_2 a la **Atmósfera**, con riesgos graves ya apuntados en otros capítulos.



Ciclo del fósforo

El fósforo es un elemento químico que de forma natural, se encuentra en las estructuras minerales del tipo del apatito $Ca_3(PO_4)_2$, fosfato tricálcico, presente en las rocas ígneas de origen plutónico. Su removilización se produce por la meteorización química que altera el mineral, liberando el ion fosfato. Éste se incorpora al ecosistema terrestre al ser absorbido por los vegetales para incluirlo en los compuestos orgánicos del tipo de los ácidos nucleicos y de las moléculas con función energética, tipo Adenosin fosfato (ATP), (ADP) y (AMP) tri, di y monofosfatado, respectivamente. De los vegetales pueden pasar, a través de la dieta de los herbívoros, a los animales.

La descomposición, por las bacterias y los otros organismos de ese nivel, de los productos orgánicos de excreción animal que contienen fósforo o de la materia orgánica muerta, animal o vegetal, reincorpora el fósforo nuevo al ciclo terrestre.

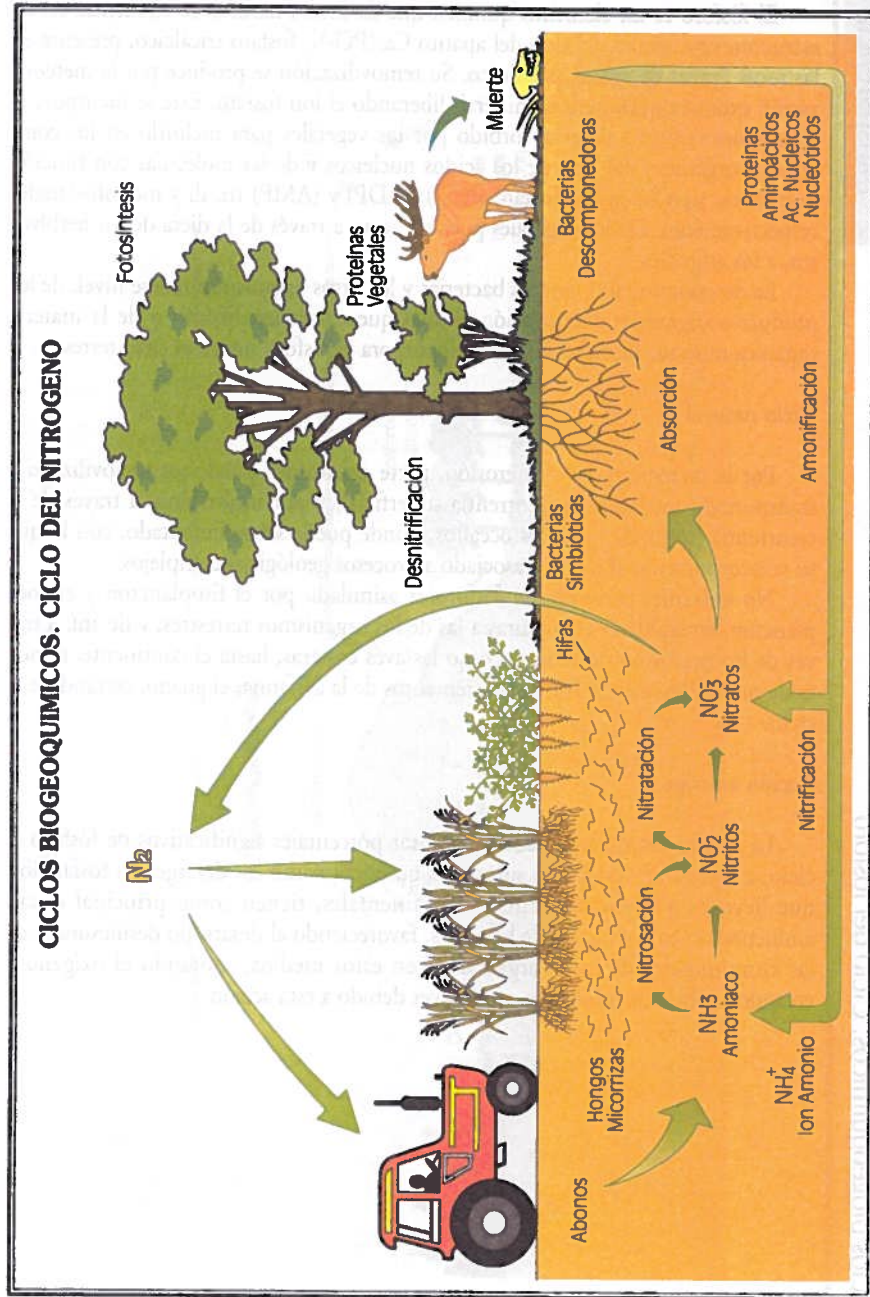
Ciclo natural

Por la meteorización y la erosión, parte del fósforo puede ser removilizado y transportado mediante la escoorrentía superficial, y por infiltración, a través de la escoorrentía profunda hasta los océanos, donde puede ser sedimentado, con lo que su reincorporación al ciclo va asociado a procesos geológicos complejos.

No obstante, parte de ese fósforo es asimilado por el fitoplancton y el zooplancton, en similares estructuras a las de los organismos terrestres, y de ahí, a través de los predadores acuáticos como las aves costeras, hasta el continente, donde es de nuevo depositado con los excrementos de la avifauna, cerrándose el ciclo.

Acción antrópica

La acción antrópica, puede incorporar porcentajes significativos de fósforo al ciclo, a través del vertido de sustancias químicas como los detergentes fosfatados, que llevados a cuencas marinas y continentales, tienen como principal efecto ambiental, la eutrofización de las aguas, favoreciendo el desarrollo desmesurado de las comunidades de microorganismos en estos medios, agotando el oxígeno y creando problemas ecológicos más graves debido a esta acción.



Ciclo del nitrógeno

El nitrógeno molecular se encuentra en la Atmósfera en proporciones del orden del 78%. En esa forma, el nitrógeno es inocuo e inutilizable para los seres vivos, por lo que necesita distintas transformaciones químicas para ponerlo en situación de ser absorbible y asimilado por ellos.

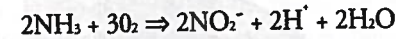
Procesos de transformación

En los procesos de transformación intervienen algunos microorganismos del tipo de bacterias, algas y hongos micorrizas, todos ellos capaces de oxidar el nitrógeno hasta convertirlo en nitratos asimilables por los vegetales. Como estos organismos se relacionan mediante simbiosis con las estructuras radiculares de muchos vegetales, ceden a estos proporciones de nitrógeno.

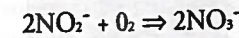
Otros organismos bacterianos, como clostridium y acetobacter como géneros representativos; se especializan en formar amoniaco (NH_3), que, junto con los otros descomponedores que actúan en el ecosistema, incrementarían las proporciones de este compuesto. El proceso se llama amonificación.

Nitrosación y nitratación

Microorganismos especializados, también de tipo bacteriano, son capaces de oxidar el amoniaco, en primera instancia, para formar nitritos (**nitrosación**):



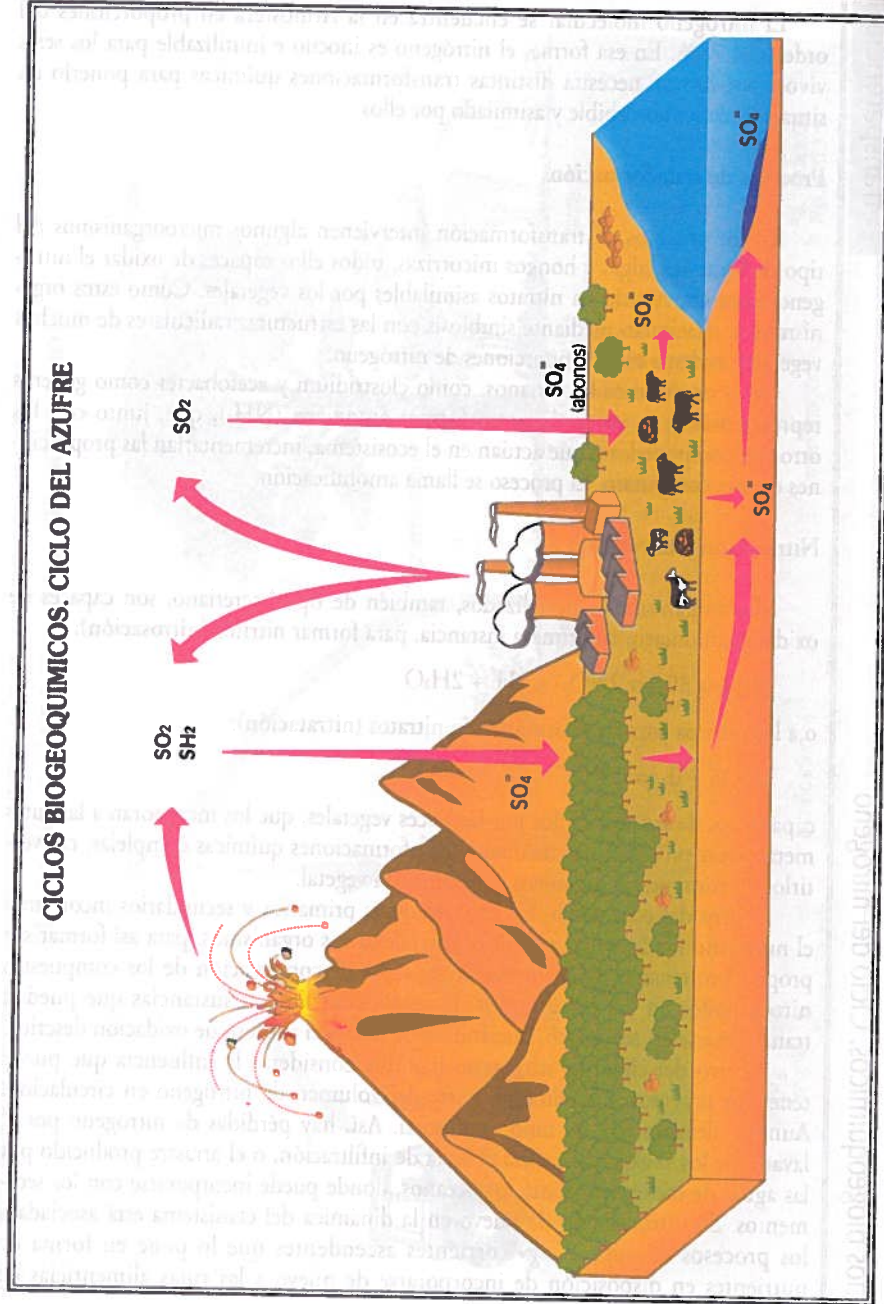
o a los nitritos para transformarlos en nitratos (**nitratación**):



capaces ya, de ser absorbidos por las raíces vegetales, que los incorporan a las rutas metabólicas propias para, mediante transformaciones químicas complejas, convertirlos en compuestos orgánicos de la biomasa vegetal.

Dentro del ecosistema, los consumidores primarios y secundarios incorporan el nitrógeno fijado en las proteínas vegetales a sus organismos, para así formar sus propias proteínas o para obtener energía. La descomposición de los compuestos nitrogenados en los mecanismos de respiración liberan sustancias que pueden transformarse en amoniaco, iniciándose de nuevo el proceso de oxidación descrito.

Dentro del ciclo del nitrógeno hay que considerar la influencia que puede tener los procesos que eliminan parte del volumen de nitrógeno en circulación. Aunque siempre será de modo temporal. Así, hay pérdidas de nitrógeno por el lavado de los suelos que realiza el agua de infiltración, o el arrastre producido por las aguas de escorrentía hasta los océanos, donde puede incorporarse con los sedimentos. Su introducción de nuevo en la dinámica del ecosistema está asociada a los procesos de «upwelling» corrientes ascendentes que lo pone en forma de nutrientes en disposición de incorporarse de nuevo a las rutas alimenticias de peces, aves, etc.



Ciclo del azufre

El azufre en la biosfera está presente en diferentes formas, fundamentalmente como óxido y anhídrido sulfuroso, SO , SO_2 , como sulfuro de hidrógeno, SH_2 y como ion sulfato ($\text{SO}_4^{=}$). Los tres primeros tienen una génesis que está asociada a procesos naturales de tipo volcánico. De ellos, el único directamente absorbible por los seres vivos es el ion sulfato, que es tomado por los vegetales para después ser reducido a sulfuro de hidrógeno e incorporado a las moléculas de aminoácidos, como la cisteína o la metionina para formar las proteínas, necesarias en las funciones vitales.

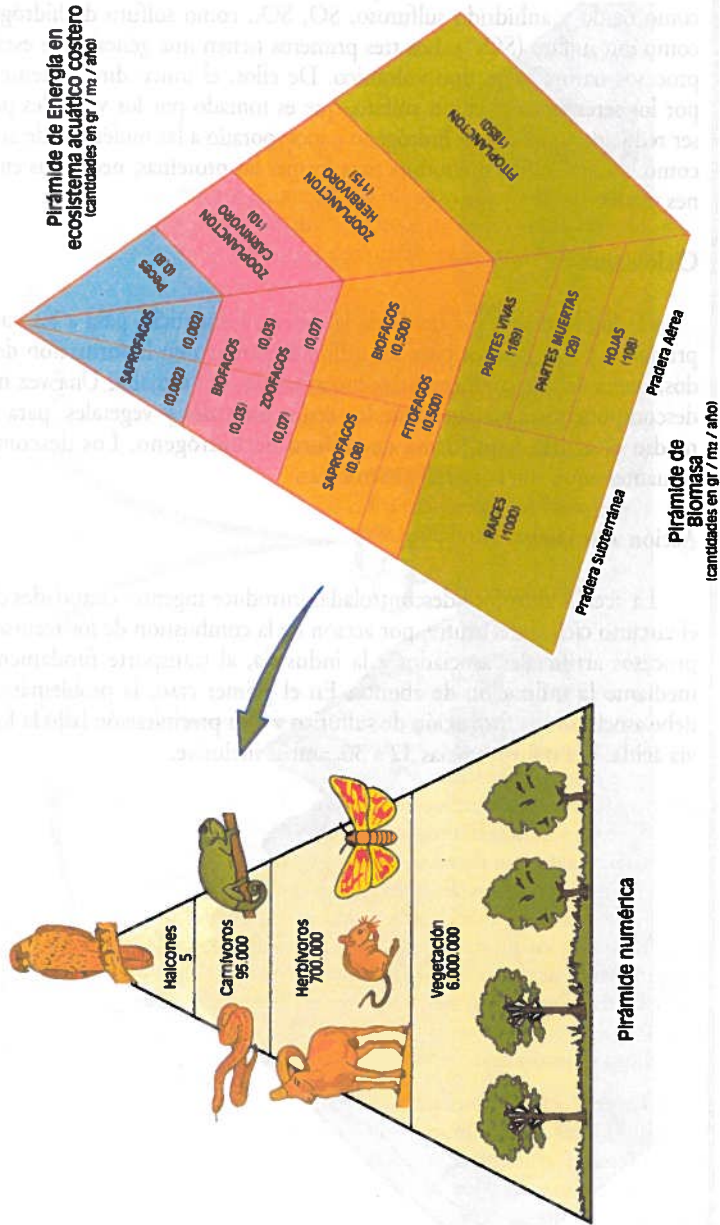
Ciclo natural

De los vegetales, y a través de la cadena alimenticia, pasa a los consumidores primarios y secundarios para ser utilizado también en la formación de aminoácidos, que a su vez conforman las proteínas de los animales. Una vez muertos, los descomponedores actúan sobre los restos animales y vegetales, para devolver al medio el azufre bajo forma de sulfuro de hidrógeno. Los descomponedores actuantes aquí, son bacterias anaeróbicas.

Acción antrópica

La acción antrópica descontrolada, introduce ingentes cantidades de azufre en el circuito cíclico del azufre, por acción de la combustión de los recursos fósiles en procesos artificiales asociados a la industria, al transporte fundamentalmente y mediante la utilización de abonos. En el primer caso, la problemática, ya vista, debe asociarse a la formación de sulfúrico y a su precipitación bajo la forma de lluvia ácida. Ver transparencias 32 a 36, ambas inclusive.

TIPOS DE PIRAMIDES ECOLOGICAS



Tipos de pirámides ecológicas.

transparencia 114

Pirámides ecológicas

Conocidas las redes alimenticias de un ecosistema y de cada uno de los niveles tróficos, es posible la representación gráfica de las cadenas tróficas. El resultado son las pirámides ecológicas, donde mediante sucesivos escalones (los niveles tróficos), se representan áreas proporcionales a la magnitud que se representa.

Tipos de pirámides

Las pirámides ecológicas son de varios tipos:

Pirámides de Energía (o de producción). Indican las cantidades de energía que existe en un nivel trófico y que pasa a otro nivel. En este caso, no hay posibilidad de inversión de tramos, ya que la energía que sustenta el nivel que se sitúa por encima, siempre es mayor.

Pirámides de Biomasa. Representan la masa total de los seres vivos en cada nivel trófico. La información que se procesa para la realización de esta pirámide debe ser estadística a lo largo del tiempo, puesto que en ocasiones puntuales, medios particulares y tiempo climatológico, algún escalón como el que ocupa los componentes del zooplancton, puede ser mayor incluso que los del fitoplancton, caso de los ecosistemas acuáticos en determinados momentos, que inmediatamente recobran su situación original lógica.

Pirámides Numéricas. Expresan el número de individuos en cada uno de los niveles tróficos. También aquí pueden darse inversiones ocasionalmente.

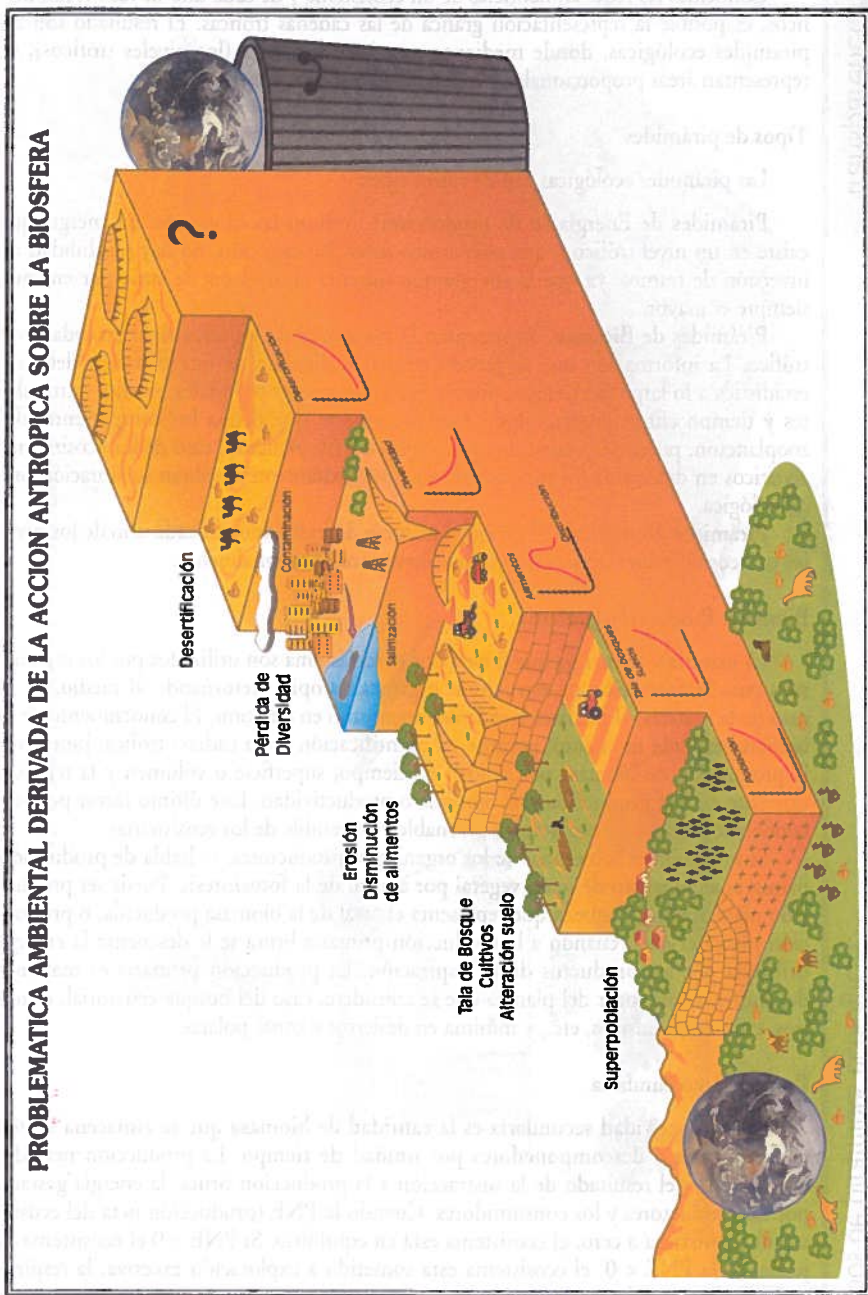
Biomasa. Producción primaria

La materia y la energía que fluyen por el ecosistema son utilizados por los organismos para la formación de estructuras orgánicas propias, retornando al medio, en el caso de la materia, al finalizar la vida del organismo en cuestión. El conocimiento de la biomasa en cada momento, permite su cuantificación en la cadena trófica, junto con la producción de biomasa por unidad de tiempo, superficie o volumen y la relación existente entre la producción y la biomasa o productividad. Este último factor permite conocer los límites de explotación razonable y sostenible de los ecosistemas.

Si se considera la biomasa de los organismos productores, se habla de **producción primaria** al aumento de masa vegetal por acción de la fotosíntesis. Puede ser producción primaria bruta aquella que representa el total de la biomasa producida, o producción primaria neta, cuando a la producción primaria bruta se le descuenta la energía utilizada por los productos de la respiración. La producción primaria es máxima, dependiendo del lugar del planeta que se considere, caso del bosque ecuatorial, estuarios, cultivos intensivos, etc., y mínima en desiertos y zonas polares.

Producción secundaria

La **productividad secundaria** es la cantidad de biomasa que se almacena en los consumidores y descomponedores por unidad de tiempo. La producción neta del ecosistema es el resultado de la sustracción a la producción bruta, la energía gastada por los productores y los consumidores. Cuando la PNE (producción neta del ecosistema) es próxima a cero, el ecosistema está en equilibrio. Si PNE > 0 el ecosistema es joven. Si la PNE < 0, el ecosistema está sometido a explotación excesiva, la respiración es mayor que la producción.



Ecología y sociedad

Después de lo visto hasta ahora, es indudable que no puede desligarse los principales aspectos ecológicos del planeta de la sociedad. Los principales problemas ambientales son los siguientes:

• **La superpoblación**

El crecimiento desmesurado de la población, a razón de 250.000 habitantes diarios, 100 x 10⁶ habitantes anuales, que en definitiva son bocas por alimentar, personas por cuidar, etc., hace que las previsiones de población se disparen para los próximos 30 años, esperándose que los habitantes del planeta se aproximen a 10.000-14.000 millones. El crecimiento es mayor en los países menos desarrollados, que son los que no pueden satisfacer las necesidades de sus ciudadanos. Estas descompensaciones, producen graves desequilibrios socioeconómicos, como el incremento del desempleo, la subcontratación, la generación de emigración nacional e internacional, hambrunas, falta de salud, necesidades educativas y de otro tipo. Sin duda, la presión ambiental de este crecimiento actúa sobre la Tierra como fuente de recursos tan fuerte que la degradación es más que preocupante. Es indudable que las soluciones por aportar en este caso son educativas, concentradas esencialmente en el desarrollo y la promoción de la mujer.

• **Tala de bosques, alteración de suelos**

Los bosques distribuidos en la mitad de los biomas de la Tierra, constituyen un valor ambiental por preservar que van desde el aporte de materia noble para diferentes usos, hasta la fuente de información genética susceptible de aprovechamiento, el control de los volúmenes hídricos de la Tierra, la protección de las vertientes, la producción de oxígeno para consumición de los organismos heterótrofos. El caso más significativo de degradación es el de los bosques tropicales. Las necesidades alimenticias hacen que los flujos migratorios en busca de áreas productivas de subsistencia se establezcan en él. La tala, pretende conseguir espacio para la siembra. (Otras veces es la industria la causa de la tala.) Se da la circunstancia que el suelo de estas regiones es bastante pobre por la intensa lixiviación de aniones y cationes del suelo. La siembra prospera tres o cuatro temporadas únicamente, debiéndose abandonar por otras zonas que sufran el mismo proceso, la etapa final, causada por los ganaderos, deja los suelos y las rocas a la intemperie, que son arrastrados por erosión.

• **Distribución de los alimentos**

En el planeta, descontando la extensión superficial de los desiertos actuales, fríos y cálidos, las zonas periglaciares de tundra y la extensión naturalmente pobre, quedan 1.500.10⁶ hectáreas aprovechables (11%) para el cultivo. A priori, parece que suficiente para la alimentación global. El crecimiento en la producción agrícola, ayudado por los descubrimientos genéticos en el campo de la resistencia a las enfermedades, en el crecimiento acelerado, en las semillas blindadas todo ello con la utilización masiva de fertilizantes químicos (nueve veces más), o de pesticidas (treinta y dos veces más), sería capaz de alimentar a la población actual, sin embargo, las desigualdades socioeconómicas concentradas en las áreas más pobres no permiten alimentar a 1.000.10⁶ habitantes ni para comprar los alimentos para su subsistencia, aún en los países productores, ya que la política imperante en ellos, decide exportar la producción para rebajar su deuda, desplazando a los agricultores a los lugares más pobres, y empobreciendo por sobreexplotación los suelos más productivos.

• **Pérdida de diversidad**

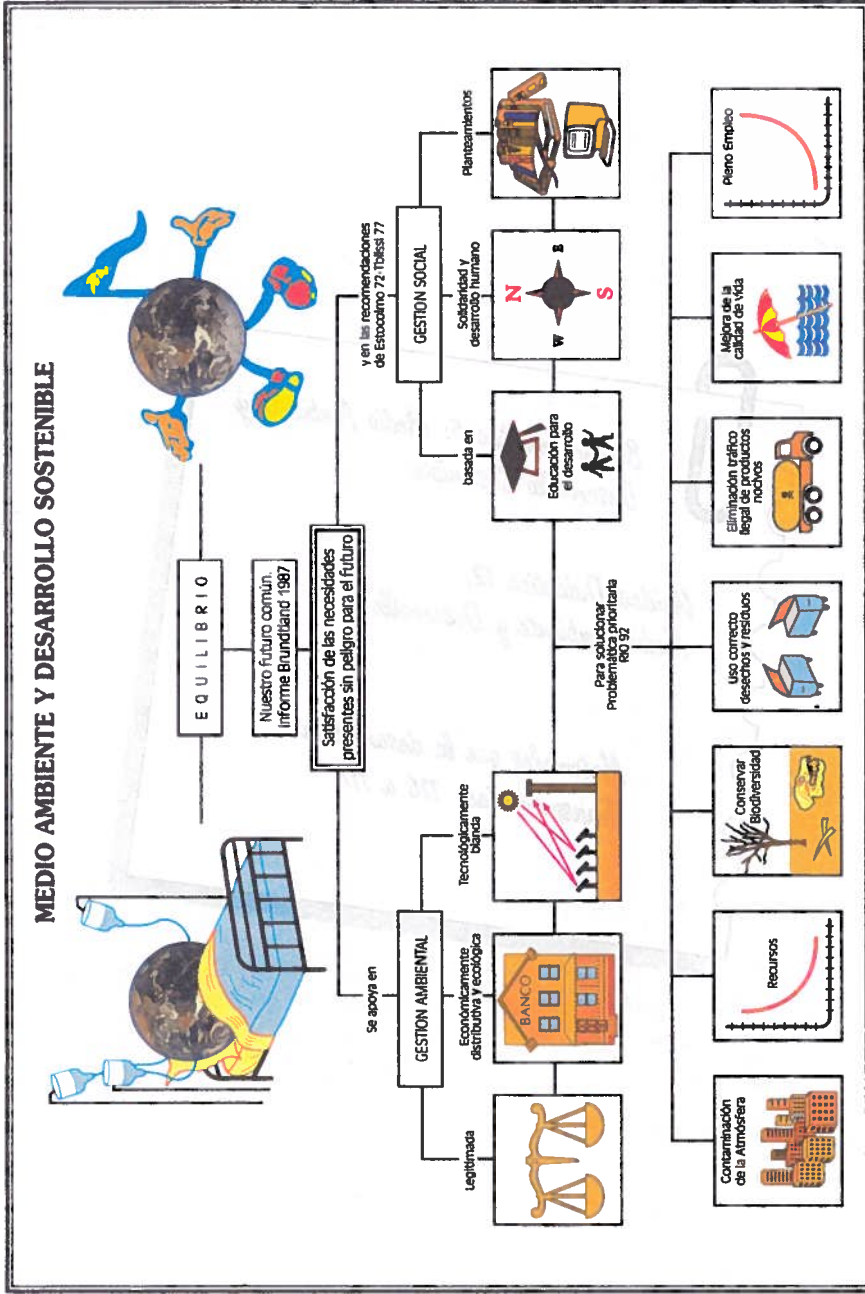
La expansión del hombre sobre la superficie terrestre conlleva la desaparición de especies. La biorriqueza natural es fácilmente comprensible: están integradas en la naturaleza como bien cultural, son fuentes de alimento, poseen cualidades médico-sanitarias, además de contener entre 1 y 10⁹ «bits» de información en su código genético, que puede servir a la humanidad para solucionar múltiples problemas.

• **Desertificación**

Bloque Temático 5: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Unidad Didáctica 12:
Medio Ambiente y Desarrollo**

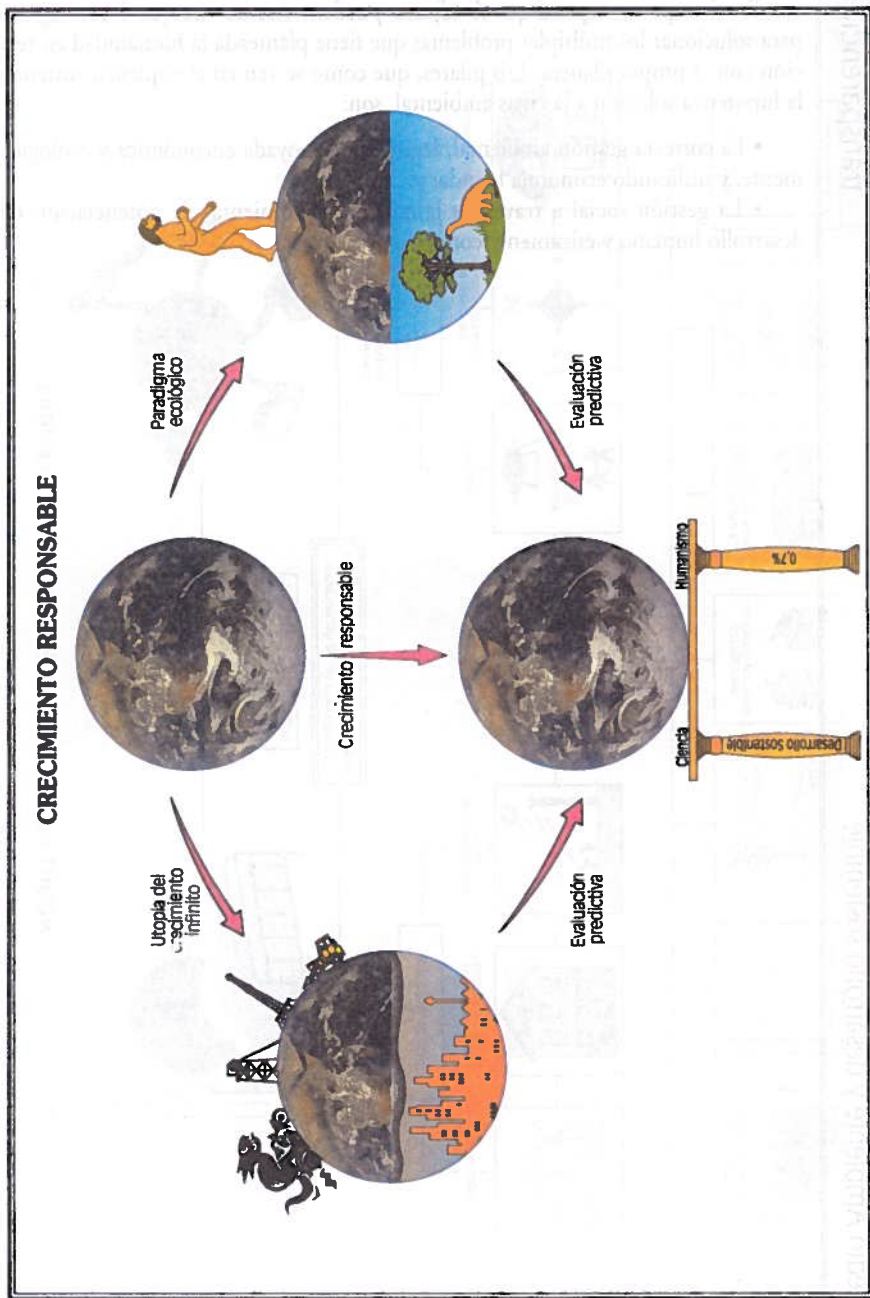
**Materiales que la desarrollan:
Transparencias: 116 a 117**



Medio Ambiente y desarrollo sostenible

En el mapa conceptual que se adjunta pueden verse las vías que deben seguirse para solucionar los múltiples problemas que tiene planteada la humanidad en relación con el propio planeta. Los pilares, que como se ven en el esquema, sustentan la hipotética solución a la crisis ambiental, son:

- La correcta gestión ambiental, legitimada, apoyada económicamente y ecológicamente, y utilizando economía blanda; y...
- La gestión social a través de la educación ambiental, la potenciación del desarrollo humano y éticamente correcta.



Crecimiento responsable

A lo largo del tiempo, las relaciones existentes entre el hombre y la naturaleza en general, han pasado por varias etapas hasta hoy. Al principio el hombre, ha idealizado sus posibilidades de progreso a través del masivo uso de los recursos naturales (formas de energía y materia indispensables para asegurar sus necesidades fisiológicas, socioeconómicas y culturales, tanto individual como colectivamente).

Sin embargo, esa utopía de crecimiento infinito, choca con un stock limitado de recursos, de recursos que son no renovables, finitos en el tiempo. Por tanto, «es imposible un crecimiento infinito con recursos finitos».

«La modificación de la Biosfera y la aplicación de los recursos humanos, financieros, vivos o inanimados en aras a la satisfacción de las necesidades humanas para mejorar la calidad de vida del hombre», que es la definición de Desarrollo dada por la Estrategia Mundial para la Conservación, en su acepción más estricta, no es posible por lo expuesto más arriba, además de ser una visión absolutamente antropocéntrica.

Frente a la utopía del crecimiento, que acabaría de arruinar la Tierra, se encuentra el paradigma ecológico como base de todas las relaciones hombre-medio. Según su aplicación más radical, no habría posibilidad alguna de desarrollo, puesto que toda «necesidad plantea conflictos ambientales».

Es evidente que la capacidad predictiva humana en la evaluación del fin de ambas vías obliga a la armonización de ambas ideas, surge la idea del crecimiento responsable, basado en un Desarrollo Sostenible, pacto entre el Hombre y la Tierra, para que Conservación y Desarrollo confluyan en los fines y en los medios.

Desde este punto de vista, la conservación será «la gestión de la naturaleza por el ser humano, de forma que produzca el mayor y más sostenido beneficio de forma sincrónica y diacrónica».

Sin embargo, el desarrollo sostenido, entendido como reconciliación entre el hombre y la naturaleza (R. Tamames), debe ir más allá, y sólo será posible, si a la vez se facilita el desarrollo humano y se alcanza un ideal de perfección que se considera inadecuado en la actualidad (Utopía del Humanismo).

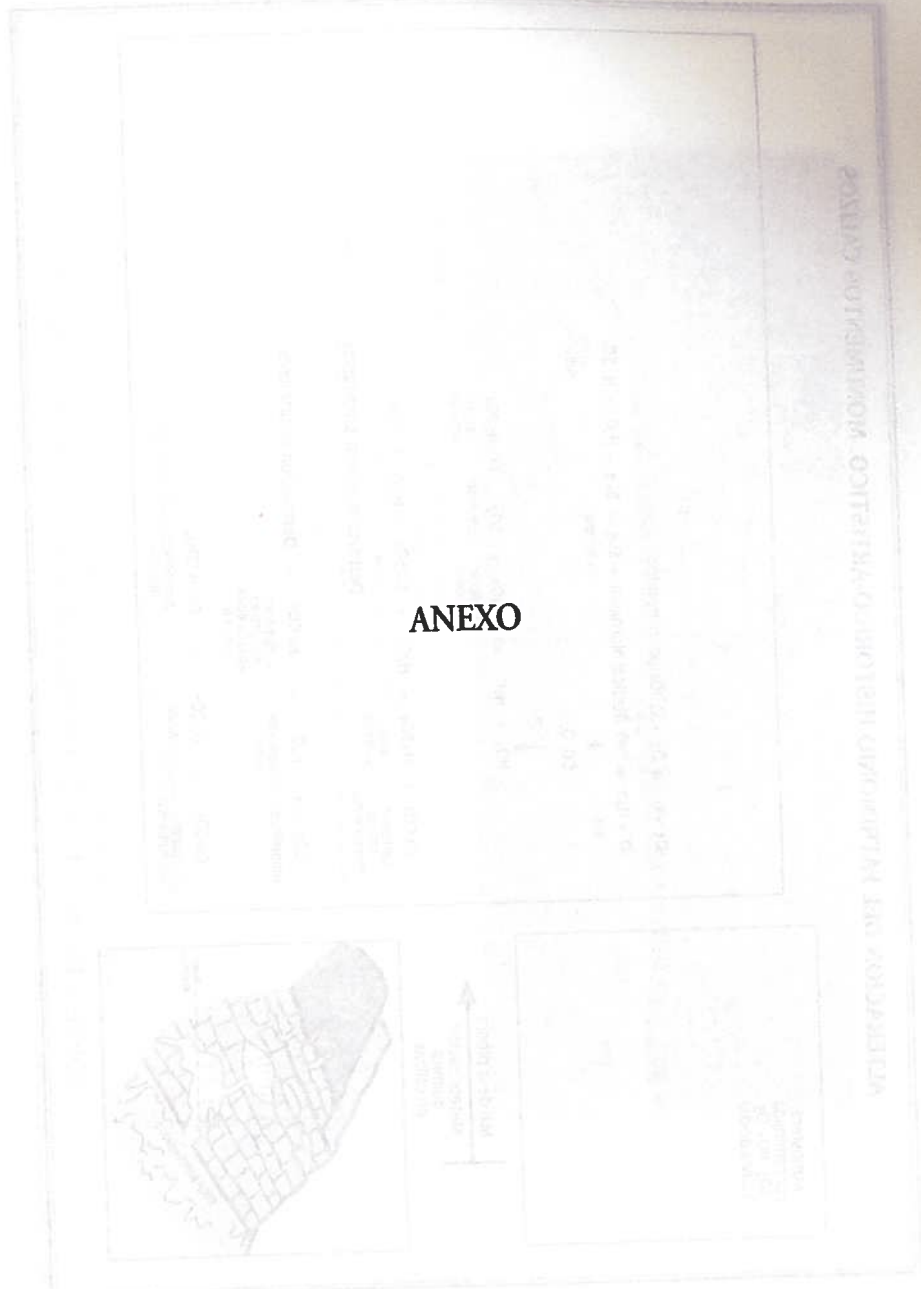


El estudio se realizó en la zona de la ciudad de Santo Domingo, específicamente en el barrio de San Mateo, donde se encuentra el centro de estudios de la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

El estudio se realizó en la zona de la ciudad de Santo Domingo, específicamente en el barrio de San Mateo, donde se encuentra el centro de estudios de la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

El estudio se realizó en la zona de la ciudad de Santo Domingo, específicamente en el barrio de San Mateo, donde se encuentra el centro de estudios de la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

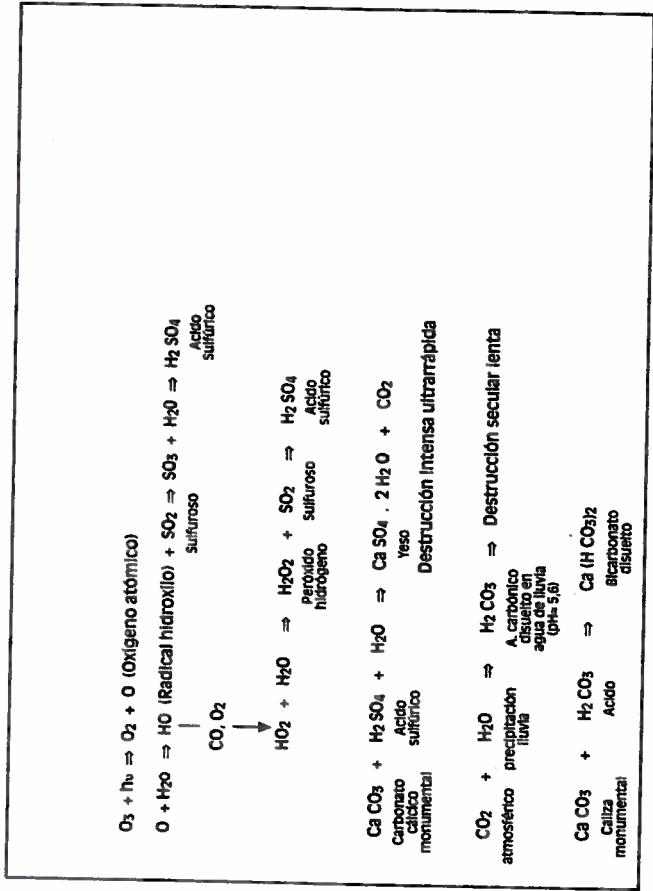
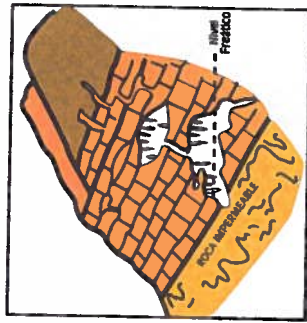
El estudio se realizó en la zona de la ciudad de Santo Domingo, específicamente en el barrio de San Mateo, donde se encuentra el centro de estudios de la Universidad Autónoma de Santo Domingo.



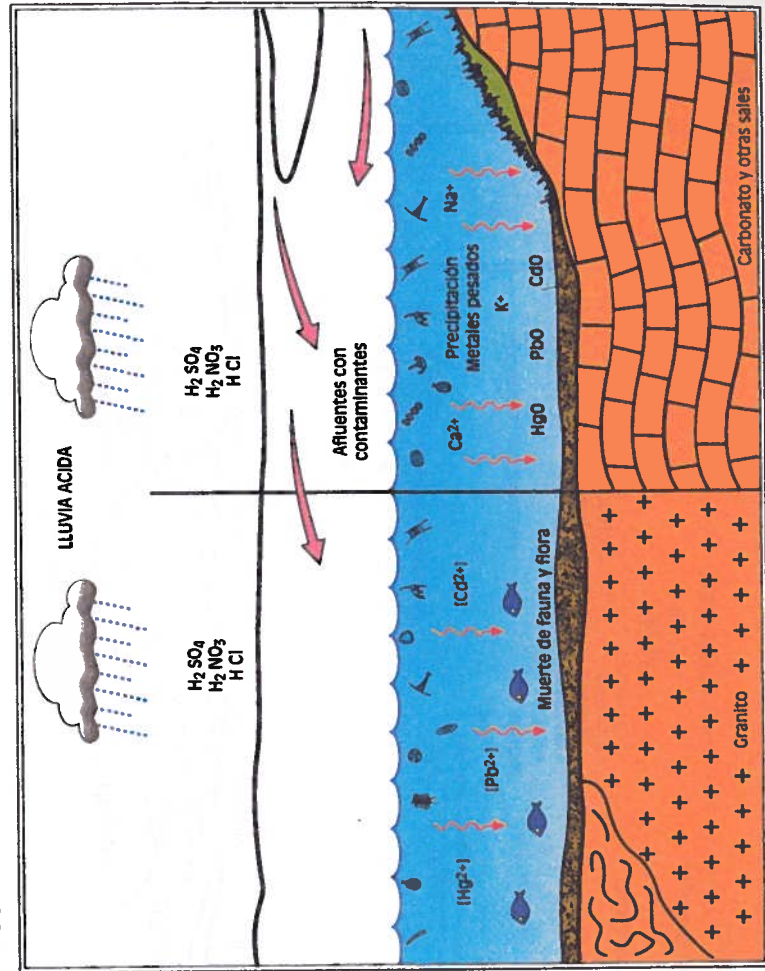
ALTERACION DEL PATRIMONIO HISTORICO-ARTISTICO. MONUMENTOS CALIZOS

Atmósfera contaminada
SO₂, NO_x, O₃
(Lluvia ácida)

Mal de la piedra
↑
Meteorización química en calizas



CONSECUENCIAS DE LA LLUVIA ACIDA SOBRE LAS AGUAS CONTINENTALES

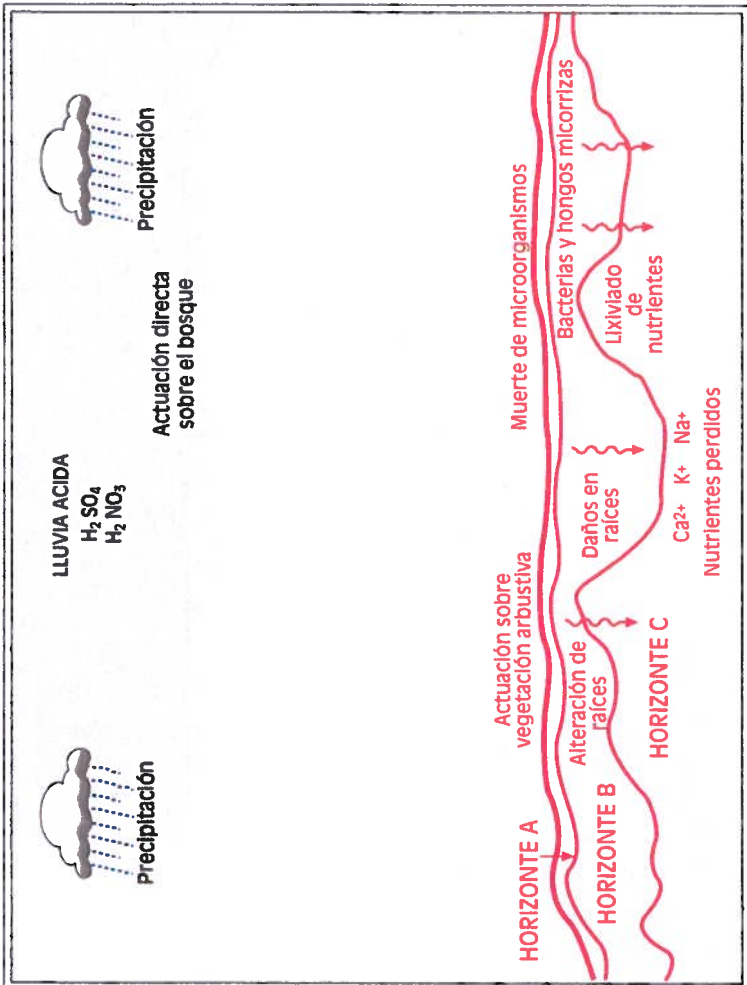


Lago sobre sustrato rocoso ácido

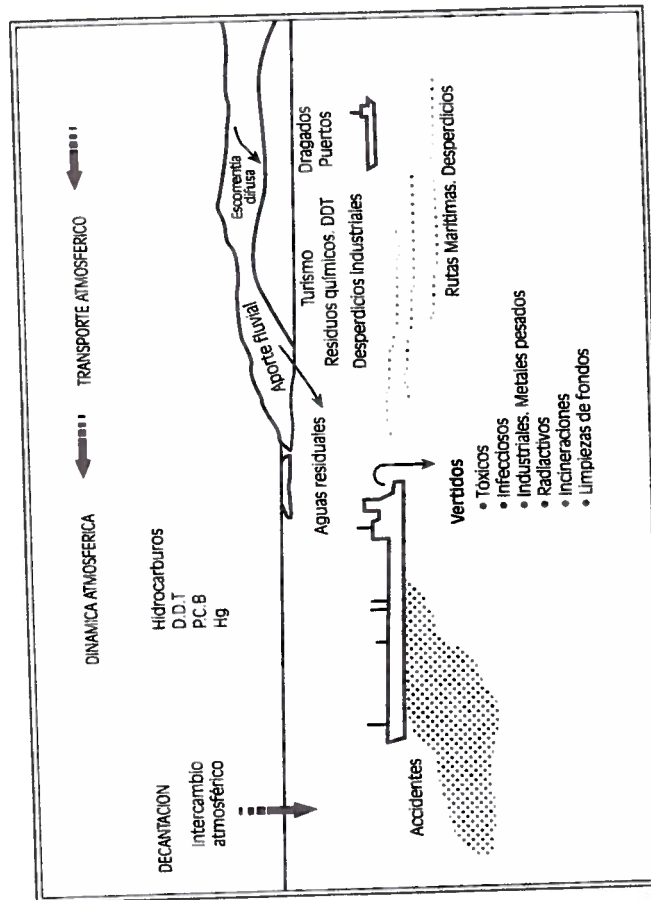
Lago sobre sustrato alcalino

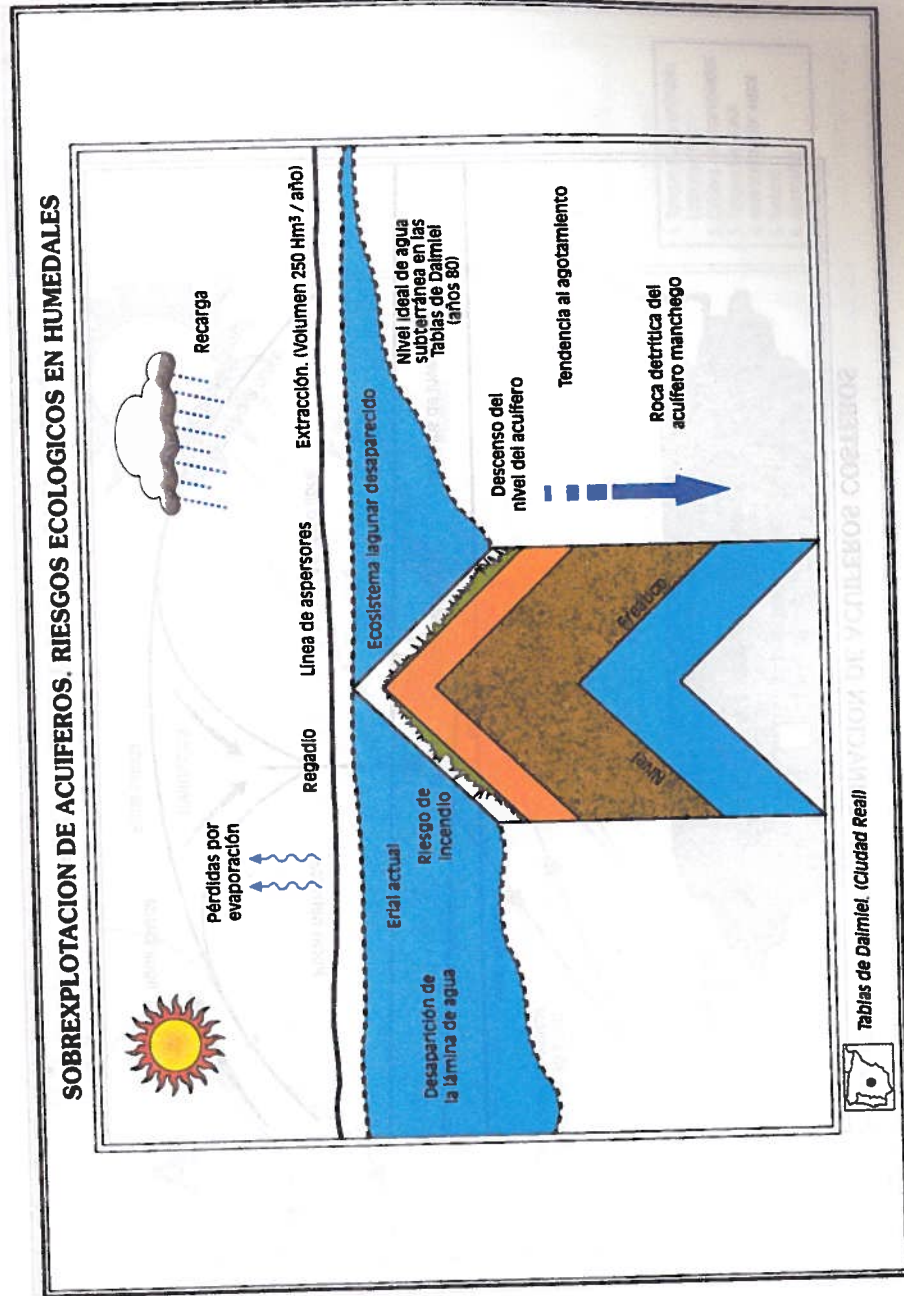
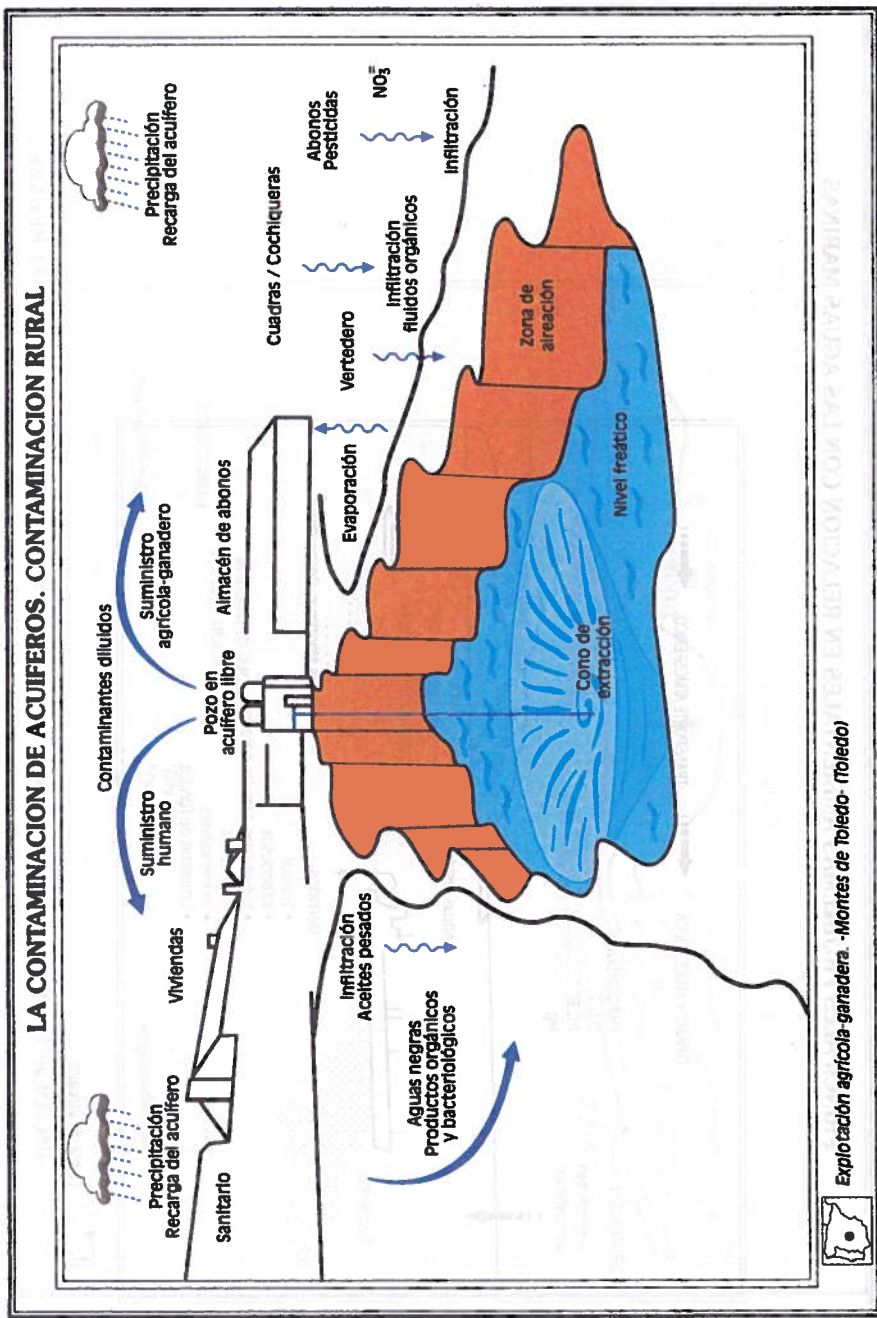
FOTOGRAFÍA: MONTAÑA, A. DE LA ESCUELA

INCIDENCIA DE LA ACIDIFICACION POR LLUVIA ACIDA EN ECOSISTEMAS TERRESTRES

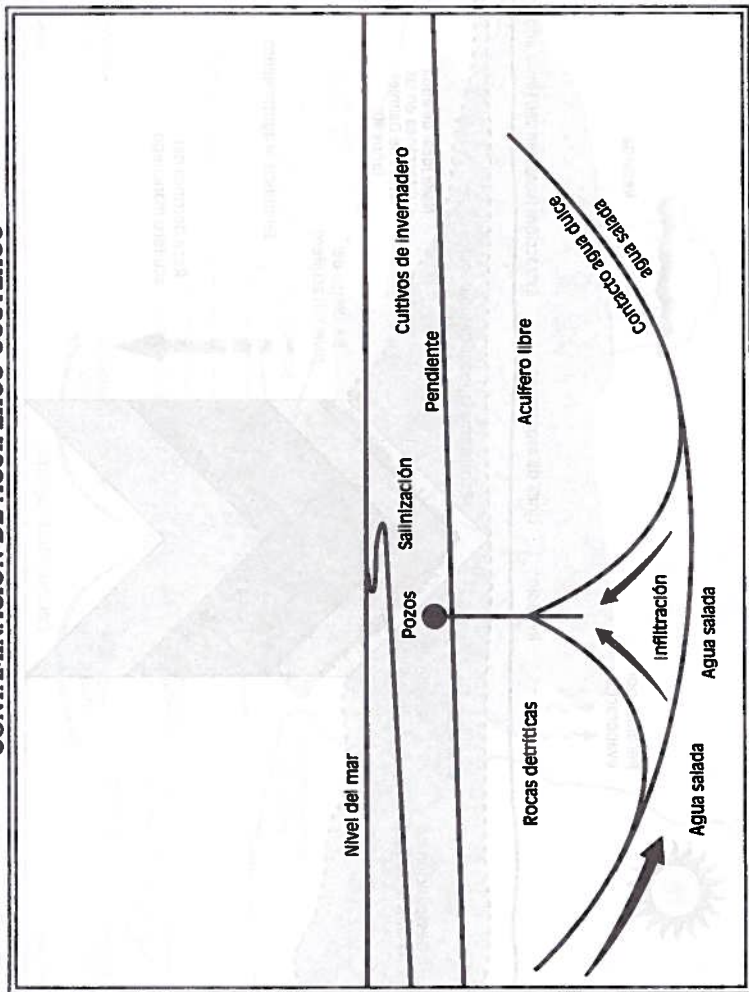


PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES EN RELACION CON LAS AGUAS MARINAS





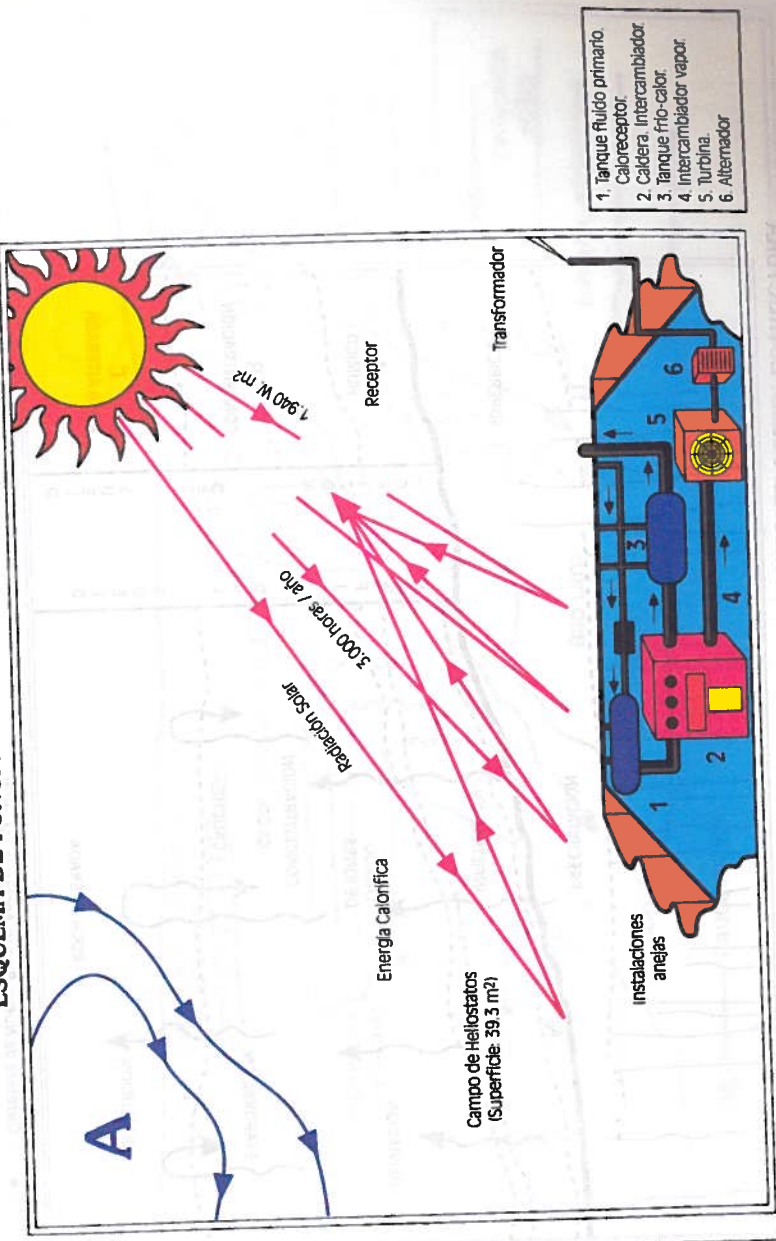
CONTAMINACION DE ACUIFEROS COSTEROS



Campo de Dalías (Almería) ACUIFEROS LIBRES EN HUMEDADES

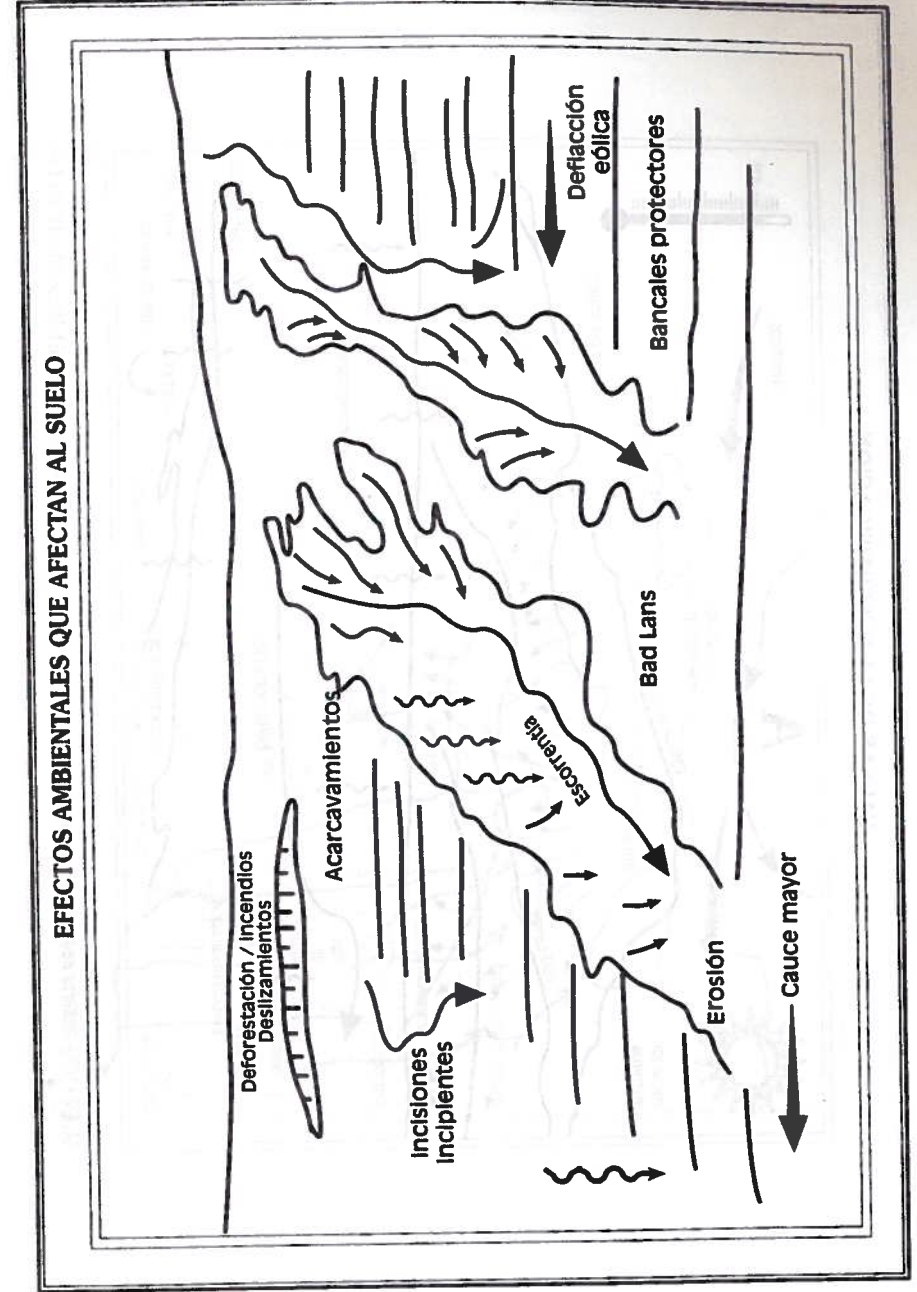
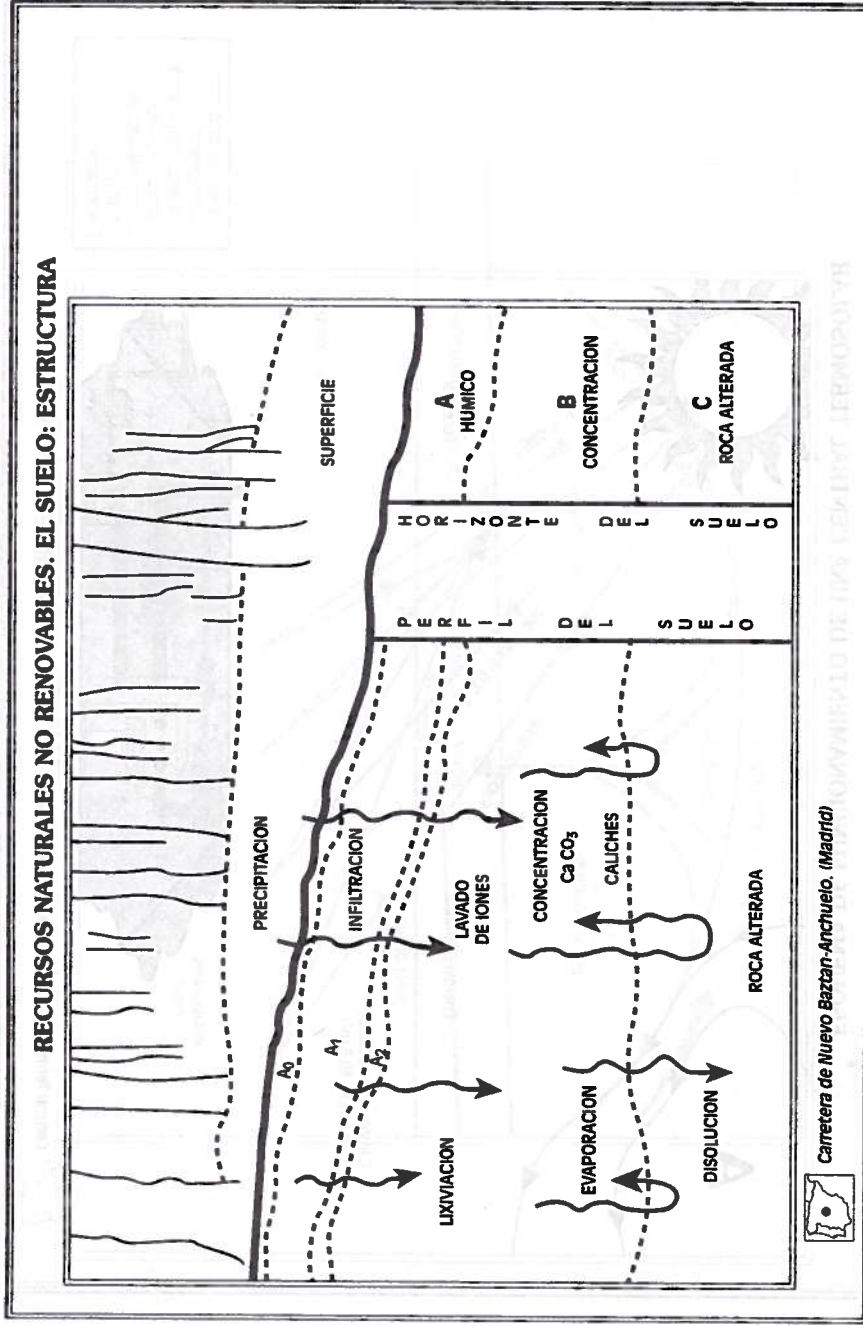


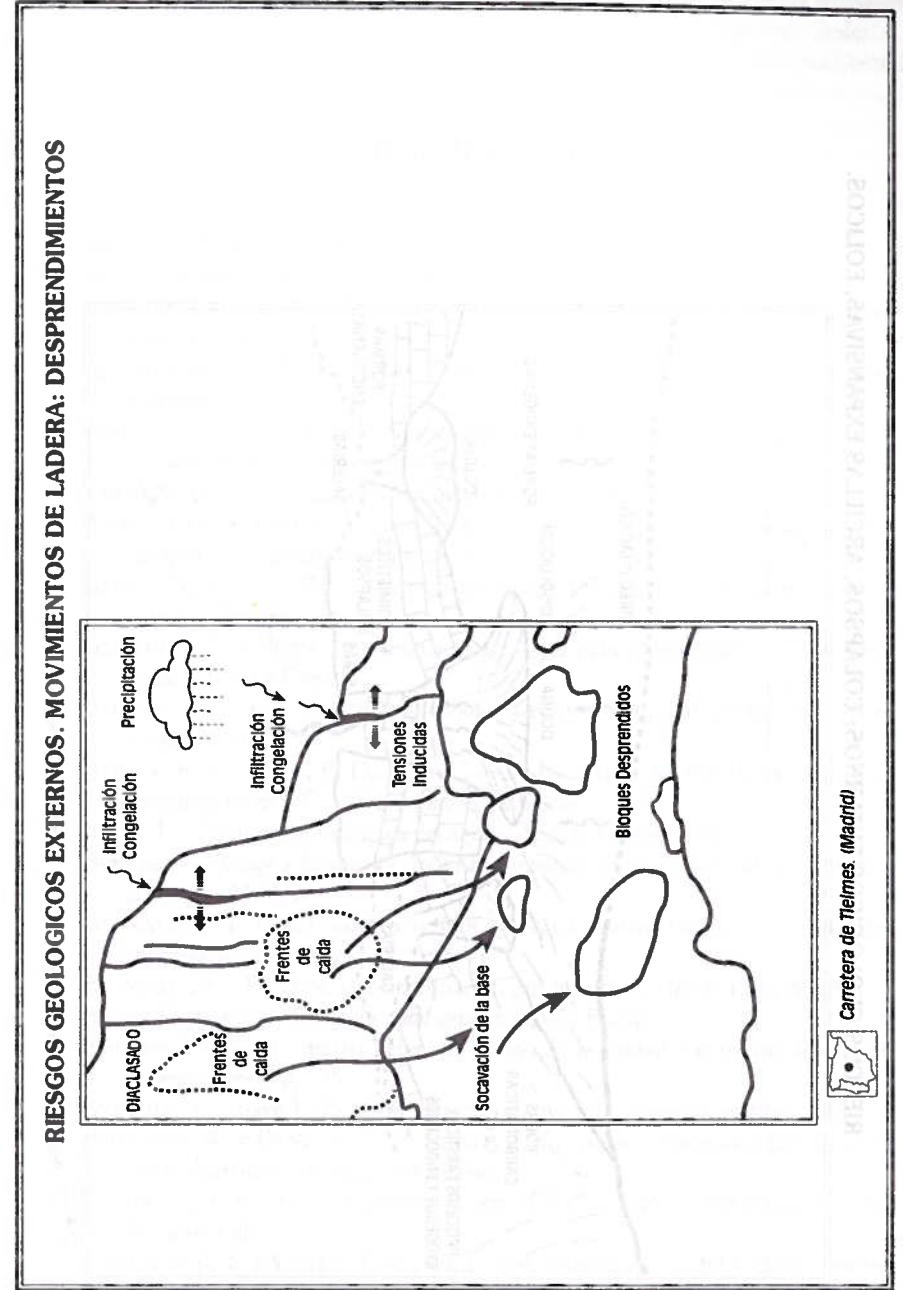
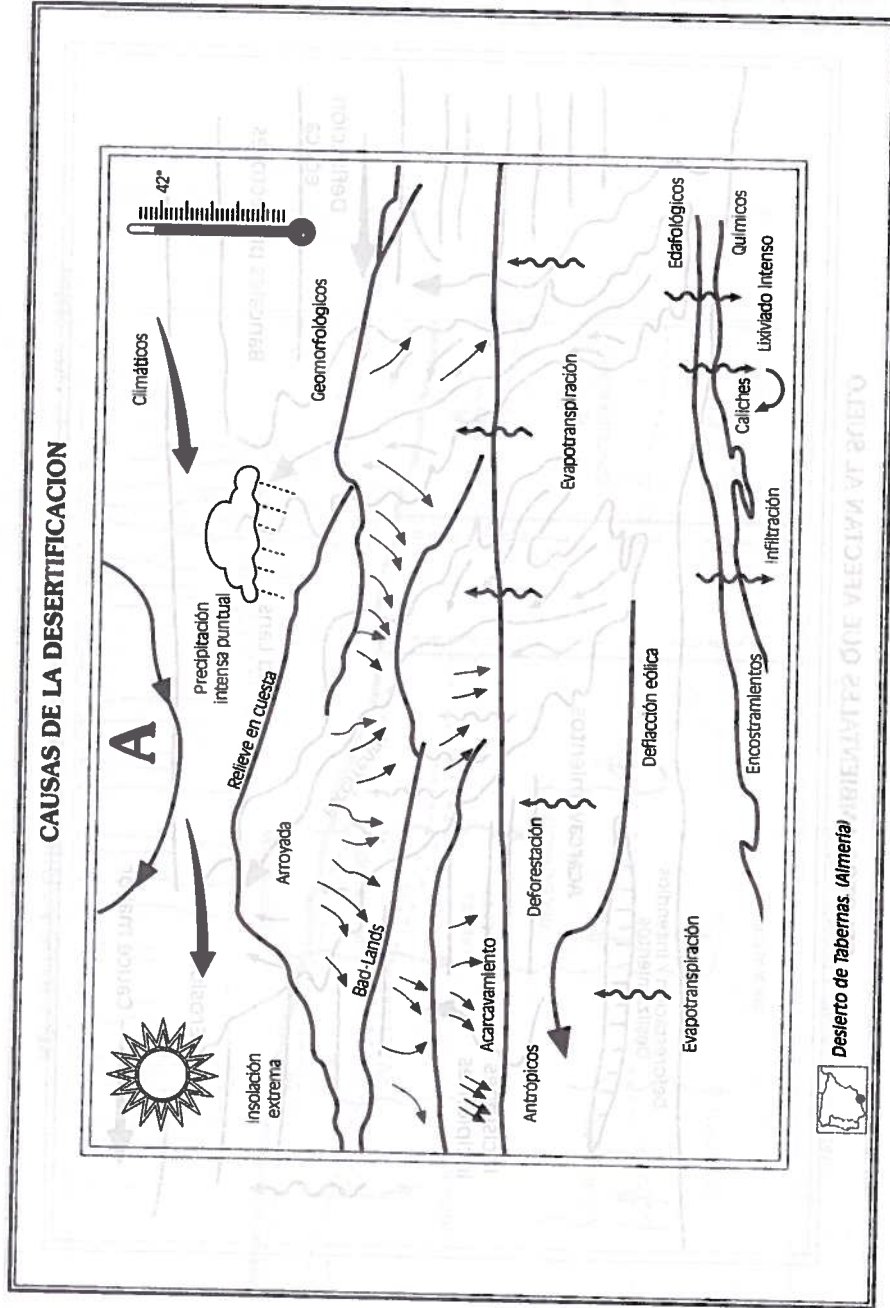
ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA CENTRAL TERMOSOLAR



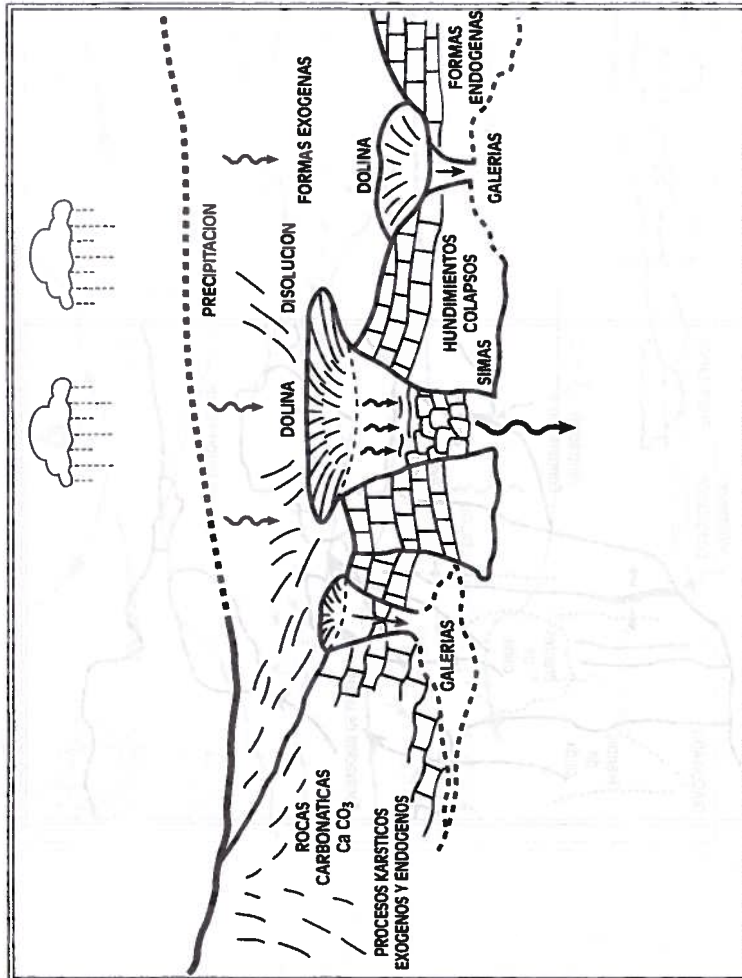
Central Termosolar de Tabernas. (Almería)







RIESGOS GEOLOGICOS EXTERNOS: COLAPSOS, ARCILLAS EXPANSIVAS, EOLICOS.



Procesos kársticos en la carretera N-634. Laredo. (Cantabria)



BIBLIOGRAFÍA

- AIMEDIEV, P., «La controversia del ozono», *Mundo científico*, 79.
- ÁGUEDA VILLAR, J. et al., 1984, *Geología*, Editorial Rueda.
- ANGUITA VIRELLA, F. y MORENO SERRANO, F., 1980, *Geología. Procesos externos*, Editorial Edelvives.
- ANGUITA VIRELLA, F. y MORENO SERRANO, F., 1988, *Origen e historia de la Tierra*, Editorial Rueda.
- ANGUITA VIRELLA, F. y MORENO SERRANO, F., 1993, *Procesos geológicos externos y geología ambiental*, Editorial Rueda.
- ARANA, V. et al., *Los volcanes y la caldera del Teide*, Icona.
- AYORA, CUEVA, GARCÍA VEGAS, MIRALLES, PUEYO, TEIXEDOR, octubre 1993, «Evaporitas». *Investigación y Ciencia*.
- BANGA, B., marzo 1995, «¿Son contaminantes los materiales de construcción?», *Mundo Científico*, 155.
- BARAHONA, S. y NIEDA, J., *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*, Ministerio de Educación y Ciencia
- BARROIN, G., enero 1996, «Los fosfatos o como manipular la ciencia», *Mundo Científico*, 164.
- BAZZAZ, F. A. y FAJER, E. D., marzo 1992, «La vida de las plantas en un mundo enriquecido en CO₂», *Investigación y Ciencia*.
- BEBIN, J., «Depuración biológica del agua», *Mundo Científico*, 78.
- BENAYAS, J., *Paisaje y Educación Ambiental. Evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno*, MOPT.
- BERNÁLDEZ, F. G. et al., abril 1987, «Aguas subterráneas en el paisaje», *Investigación y Ciencia*.
- BLANQUAT, S. y FRITSCH, «Contaminación por nitratos», *Mundo Científico*, 52.
- BLUME HERMAN, 1983, *El libro del agua*, Editorial Blume.
- BOISSAVI-VINAN, M., marzo 1995, «El ozono de la ciudad y el ozono de campo», *Mundo Científico*, 155.
- BRANDEIS, G., mayo 1995, «Los penachos en directo», *Mundo Científico*, 157.
- BROECKER, W. y DENBON, G. H., marzo 1990, «¿Qué mecanismos gobiernan los ciclos glaciares?», *Investigación y Ciencia*.
- CALDWELL, J. K., 1993, *Ecología, Ciencia y Política Medioambiental*, Editorial McGraw Hill.
- CANLSSON R. J. y VIGLEY, T. M., abril 1994, «Aerosoles, azufre y efecto invernadero», *Investigación y Ciencia*.

- CARRACEDO, F. J. A., mayo 1993, «Estrategias para la reducción de desastres naturales», *Investigación y Ciencia*.
- CARRACEDO, J. C., abril 1988, «Riesgo volcánico», *Investigación y Ciencia*.
- CLAVERO PARICIO, P. L. y ROSO NADAL, J. M., 1983, *Los climas. Fundamentos y sugerencias didácticas*, Editorial Anaya.
- COMMISSIONE BROCA, 1991, *Piani di studio della scuola secondaria superiore e program: del primi due anni. Le proposte della commissione Brocca. Studi e documenti degli Annali della Pubblica Istruzione*, Roma.
- COVEY, C., abril 1984, «Orbita Terrestre y periodos glaciares», *Investigación y Ciencia*.
- CREMADES, L.; CALBO, J.; BALDASANO, J. M., y COSTA, M., enero 1995, «Dispersión de contaminantes atmosféricos: Modelos fotoquímicos», *Mundo Científico*, 153.
- CUADERNOS DEL ICE, 1989, *Lecturas sobre medio ambiente y algunas aplicaciones educativas*, Ediciones UAM.
- CUADERNOS DE LA UNED, 1986, *Educación y Medio Ambiente*, Ministerio de Educación y Ciencia.
- DESSUS, B. y CLARENIE, M., julio-agosto 1995, «¿Hay que almacenar el CO₂ en el fondo de los océanos?», *Mundo Científico*, 159.
- DÍAZ, J.; HERNÁNDEZ, E.; PIORNO, J., y DEL TESO, M. T., febrero 1994, «Lluvia ácida sobre España», *Investigación y Ciencia*.
- DIEZ SANZ, E. y MAS ARRONDO, C., 1989, *Geopráctica. Economía Industrial*, Biblioteca de Recursos Didácticos, Editorial Alhambra.
- DE PRADA, C., 1995, *Tierra quemada*, Ediciones Temas de Hoy.
- EDUCACION Y CIENCIA IV/1994, *Bildung und Wissenschaft*, Internations RFA.
- ENCICLOPEDIA SALVAT, 1973, *Salvat de las Ciencias*, Editorial Salvat.
- FISHER MARSHALL, 1993, *La capa de ozono. La Tierra en peligro*, Editorial McGraw Hill.
- FONTALBA EDITORIAL, 1983, *Las nuevas energías*.
- FAE, *La energía nuclear*, Fórum atómico.
- FERRUCCI, F., mayo 1995, «¿Será necesario algún día evacuar Nápoles?», *Mundo Científico*, 157.
- GREENPEACE, julio 1988, «Dossier lluvias ácidas».
- GREENPEACE, Revista trimestral, 17.
- GREENPEACE, Revista trimestral, 18.
- GREENPEACE, Revista trimestral, 19.
- GREENPEACE, Revista trimestral, 23.
- GREENPEACE, Revista trimestral, 24.
- GRIBBIN, J., 1988, *El agujero del cielo*, Editorial Alianza.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F., 1981, *Ecología y Paisaje*, Editorial Blume.
- GOVERN BALEAR. DIRECCIO GENERAL DE MEDI AMBIENT, 1992, *El agua y las Baleares*, Conselleria d'obres Publiques i Ordenació del Territori.
- HERRERO, M.; JIMENO, G., y APARISI, E., 1994, *La Educación ambiental como actividad*, MEC, Cep Villaverde.
- HERRERO, M.; JIMENO, G., y APARISI, E., 1994, *Una Programación de las Ciencias Naturales en el futuro inmediato*, MEC, Cep Villaverde.
- HOUGHTON, R. A y WOODWELL, G. M., junio 1989, «Cambio climático global», *Investigación y Ciencia*.
- INVESTIGACION Y CIENCIA, septiembre 1990, «El gran debate sobre el clima. Monográfico».
- INVESTIGACION Y CIENCIA, noviembre 1989, «Medio Ambiente. Monográfico».
- INVESTIGACION Y CIENCIA, noviembre 1990, «Energía. Monográfico».
- IDAE, 1994, *Energías renovables en España. Anuario. Proyectos 1993*, Editorial Miner.
- IDAE, 1992, Manuales de energías renovables: *Biomasa*, MICYT.
- IDAE, 1992, Manuales de energías renovables: *Eólica*, MICYT.
- IDAE, 1992, Manuales de energías renovables: *Incineración de RSU*, MICYT.
- IDAE, 1992, Manuales de energías renovables: *Minicentrales hidroeléctricas*, MICYT.
- IDAE, 1992, Manuales de energías renovables: *Solar térmica*, MICYT.
- IGME, 1987, *Geología Ambiental: Riesgos Geológicos*.
- JAUPERT, G., mayo 1995, «Génesis y metamorfosis de una erupción», *Mundo Científico*, 157.
- JESTIN, F., abril 1995, «Previsión de sismos: ¿hacia un método fiable?», *Mundo Científico*, 154.
- JIMENO, G. y HERRERO, M., 1994, *Transparencias para su uso en Geología*, MEC, PNTIC.
- JIMENO, G. y HERRERO, M., 1995, *La Comunidad de Madrid como modelo de Desarrollo curricular. Aproximación al medio físico madrileño*, Comunidad de Madrid.
- JIMENO, G., 1992, Ponencias, Seminario de Educación Ambiental, Universidad de Otoño. CDL.
- JIMENO, G., 1993, Ponencias. Seminario de Educación Ambiental, *Los Sistemas Ambientales cotidianos*, Universidad de Otoño, CDL.
- JONES, P. D. y WIGLEY, J. M. C., octubre 1990, «Tendencias hacia el calentamiento global», *Investigación y Ciencia*.
- KING, A. y SHNEIDER, B., 1992, *La primera revolución global*, Informe del Consejo al Club de Roma, Círculo de Lectores.
- KUSLER, J. A.; MITSCH, W. J., y LARSON, J. S., marzo 1994, «Humedales. Apéndice para España. F.A. Comin», *Investigación y Ciencia*.
- LAMBERT, G., «El CO₂ en la atmósfera», *Mundo Científico*, 72.
- LEAN, G. y HINRICHSSEN, D., 1992, *Atlas del Medio Ambiente*, Adena - WWF/Algaida.
- LENAT, J. F., mayo 1995, «Al acecho de los signos precursores», *Mundo Científico*, 157.

- LOVELOCK, J. et al., 1992, *Gaia*, Kairós.
- LLORIS, D. y RUCABADO J., mayo 1995, «¿Están realmente desiertos los grandes fondos marinos?», *Mundo Científico*, 157.
- LUPKE, GESEKO VON, IV 1994, «Enseñanza moderna. Educación para el mañana. Internationes», *Educación y Ciencia*.
- MARTONNE DE, E., 1964, *Tratado de Geografía física*, Editorial Juventud.
- MINISTRY OF EDUCATION, 1994, «In the New Zeland curriculum biology», Learning Media Wellington.
- MINISTRY OF EDUCATION, 1994, «In the New Zeland curriculum science», Learning Media Wellington.
- MOHNEN WOLKER, A., octubre 1988, «El desafío de la lluvia ácida», *Investigación y Ciencia*.
- MOPTMA, 1993, *Manual práctico de Derecho Ambiental*, Dirección General de Política Ambiental.
- MOPTMA, 1994, *Libro blanco de las aguas subterráneas*, Ministerio de Industria y Energía.
- MOPT, 1991, *Gua para la elaboración de estudios del Medio Físico: Contenido y metodología*.
- MOPU, 1987, *El Paisaje*, Unidades Temáticas Ambientales de la Dirección General del Medio Ambiente.
- MOPU, 1989, *La Erosión*, Unidades Temáticas Ambientales de la Dirección General del Medio Ambiente.
- MEDIO AMBIENTE, *Crónica de un año 1993-94*, Edibook S.L. (Grupo Sandoz).
- NEWHALL, C., mayo 1995, «Pinatubo: Crónica de un cataclismo anunciado», *Mundo Científico*, 157.
- NOVO VILLAVARDE, M., 1985, *Educación Ambiental*, Anaya-2.
- PATERNE, M., mayo 1995, «Dos grandes ciclos volcánicos», *Mundo Científico*, 157.
- PIBERNAT, O., febrero 1996, «Homo Ecologicus, por una cultura de la sostenibilidad», *Mundo Científico*, 165.
- PICOT, A., «Bhopal: Consecuencias de una tragedia», *Mundo Científico*. Programa Internacional de Educación Ambiental, núms. 1, 9, 15, 23, 25. Unesco - Pnuma.
- QUIMICA E INDUSTRIA, junio 1994, *Agua y Medio Ambiente*, Asociación Nacional de Químicos de España.
- QUIMICA E INDUSTRIA, febrero 1994, *Residuos y Ecología*, Asociación Nacional de Químicos de España.
- RAMPINO, M. y SELF, S., marzo 1984, «Efectos atmosféricos del Chichón», *Investigación y Ciencia*.
- RICO VERCHER, M., 1990, *Educación Ambiental: Diseño curricular*, Editorial Cincel.
- RICO VERCHER, M., 1992, *El aprendizaje de valores en Educación Ambiental*, Unidades Temáticas Ambientales, MOPTMA.
- RODRÍGUEZ, J., 1982, *Oceanografía del mar Mediterráneo*, Pirámide.
- ROYER, J. F., «El clima del siglo XXI», *Mundo Científico*, 84.
- RUDIMAN y KUBZBACH, marzo 1991, *Alzamiento de mesetas y cambio climático*.
- SAVARY, S. y TENG, P. S., febrero 1995, «La protección de los cultivos en una agricultura duradera», *Mundo Científico*, 154.
- SCHNEIDER, S., junio 1987, «Modelos climáticos», *Investigación y Ciencia*.
- SHAW, R. W., octubre 1987, «Contaminación atmosférica por partículas», *Investigación y Ciencia*.
- SIGNORET, J. P. y LEROY, A., «La previsión del riesgo tecnológico», *Mundo Científico*, 66.
- SILVER, D. y WALLEY, B., 1995, *Salvar la Tierra*, Ediciones Lógez.
- SIOLI, et. al., H., 1982, *Ecología y Protección de la naturaleza*, Blume ecología.
- SPEDDING, D. J., *Contaminación atmosférica*, Editorial Reverté.
- STANLEY, S., agosto 1984, «Extinciones masivas en los océanos», *Investigación y Ciencia*.
- STOLARSKY, R., marzo 1988, «El agujero de ozono en la Antártida», *Investigación y Ciencia*.
- STRAHLER N, ARTHUR, 1984, *Geología Física*, Editorial Omega.
- STRALER, 1987, *Geografía Física*, Editorial Omega.
- TAMAMES, R., 1993, *La conquista del Paraíso. Más allá de la utopía*, Editorial Temas de Hoy.
- TIEMPO, 1993, *Lo más natural de España. Castilla-La Mancha, Extremadura*.
- TOHARIA, M., 1990, *¿El desierto invade España?*, Círculo de Lectores.
- TOOM, O. B. y TURCO, R. O., agosto 1991, «Nubes estratosféricas polares y empobrecimiento en ozono», *Investigación y Ciencia*.
- TURCO, TOOM, ACKERMAN, POLLACK, SAGAN, octubre 1984, «Efectos climáticos de una guerra nuclear», *Investigación y Ciencia*.
- UNESA, *Cien años de luz*.
- UNESA, *Centrales nucleares en el mundo*.
- UNESA, *La electricidad en España. 151 preguntas y respuestas*, Departamento de Información y Comunicación social.
- UNESA, *La energía solar*.
- UNIVERSITY OF OXFORD, mayo 1994, General certificate of education. Aduaned level. Summer examination 1996 . New syllabuses and examinations. Delegacy of local examinations.
- VALDEL, J., mayo 1989, «Factores de la erosión», *Investigación y Ciencia*.
- WEYLER, K., junio 1993, *Actualidades en Suecia. Instituto sueco. Grandes cambios en la escuela sueca*.
- WHITE, R. M., septiembre 1990, «El gran debate sobre el clima», *Investigación y Ciencia*.