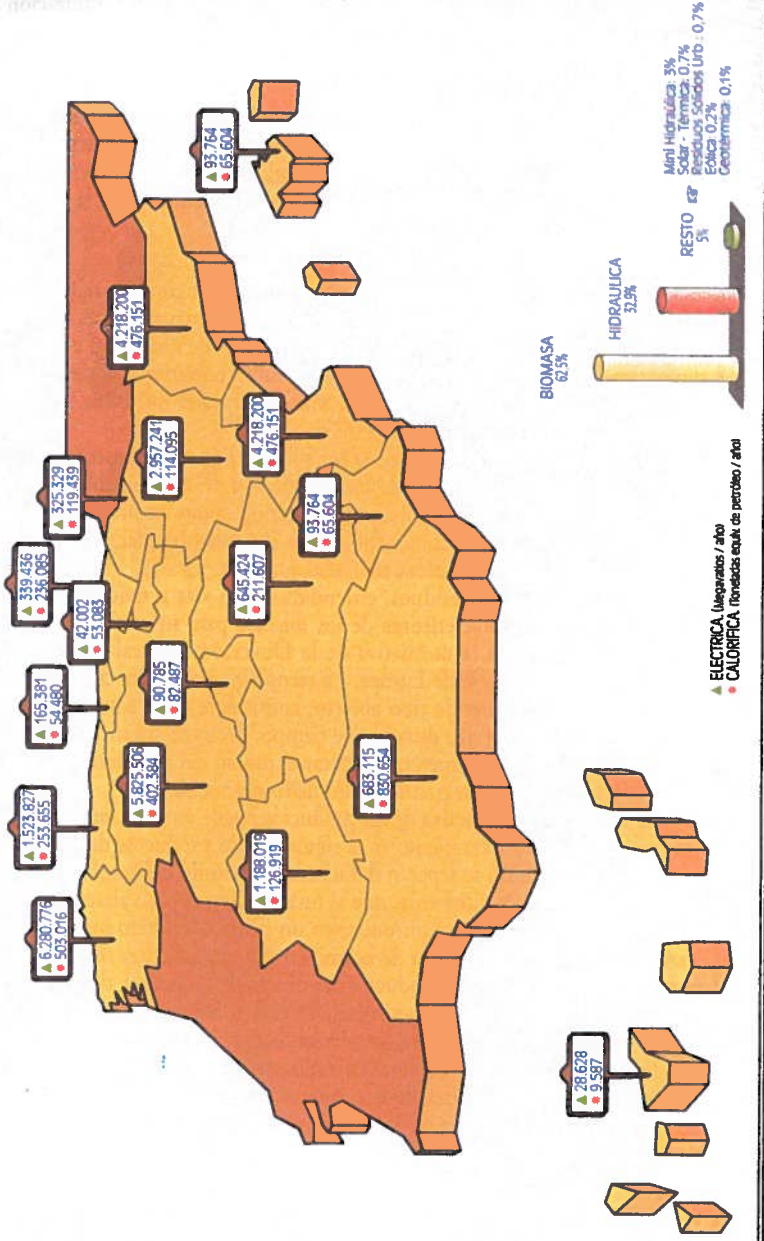


PRODUCCION ELECTRICA Y TERMICA EN ESPAÑA CON ENERGIAS RENOVABLES



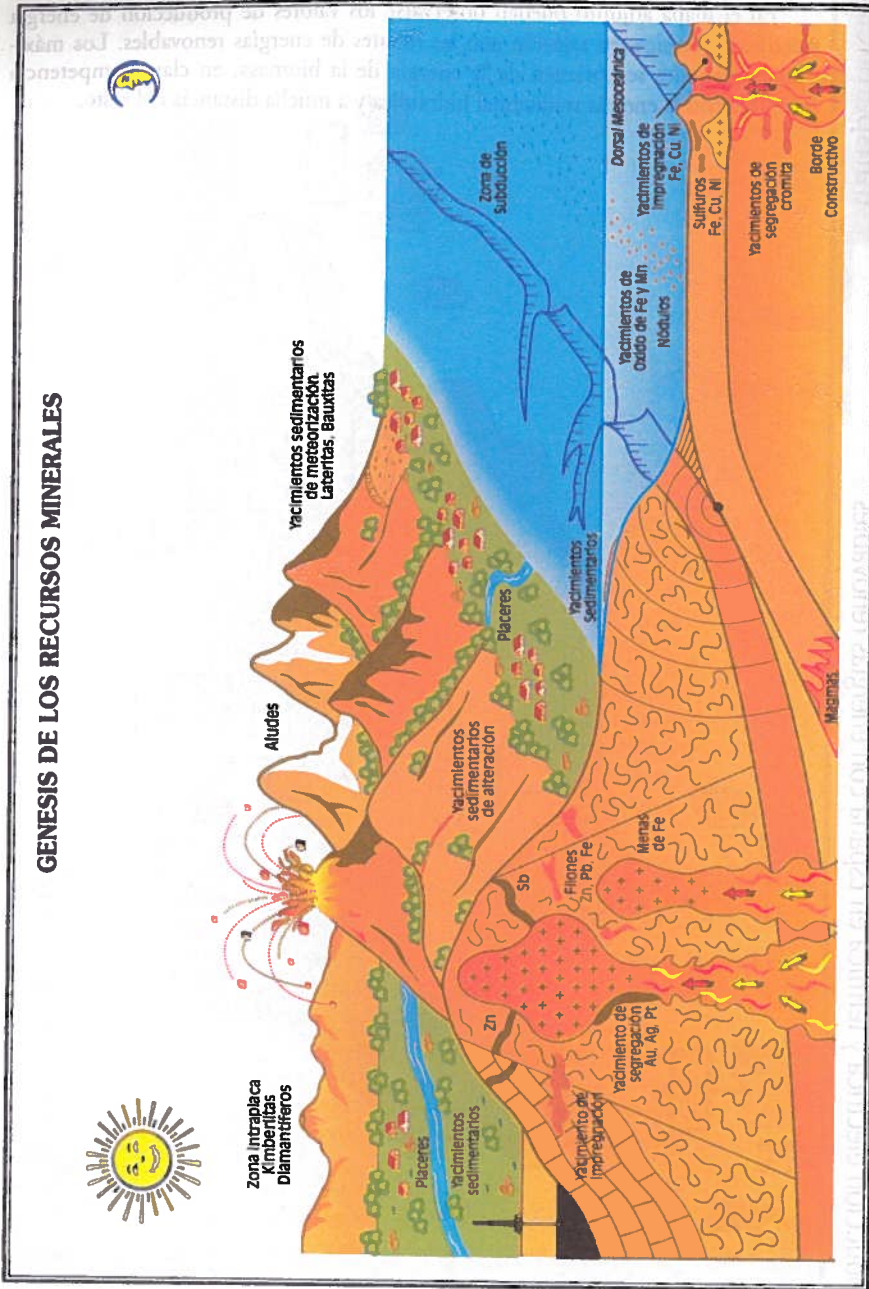
Producción eléctrica y térmica en España con energías renovables

transparencia 81

Producción eléctrica y térmica en España con energías renovables

En el mapa adjunto pueden observarse los valores de producción de energía eléctrica y térmica, en relación con las fuentes de energías renovables. Los máximos porcentajes se obtienen de la energía de la biomasa, en clara competencia favorable con la energía tradicional hidráulica y a mucha distancia del resto.

GENESIS DE LOS RECURSOS MINERALES



Génesis de los recursos minerales

transparencia 82

Concepto de yacimiento

Los yacimientos minerales son masas minerales que poseen concentraciones superiores a los valores medios de la corteza. Tienen diversas génesis y normalmente el concepto hace referencia a minerales metálicos. La mayoría de los yacimientos de minerales metálicos están ligados a un origen magmático, casi siempre de las fases magmáticas posteriores a la formación de los principales minerales petrogenéticos, aunque algunos pueden tener también origen ortomagmáticos. Las concentraciones se producen habitualmente en las fases pegmatíticas-neumatolíticas y sobre todo hidrotermal.

Yacimientos de minerales metálicos y dinámica global

Los yacimientos minerales metálicos están distribuidos en la corteza siguiendo dos pautas que marca la dinámica global, es decir, geográficamente están asociados a los bordes de placa. Así, en los bordes constructivos, del tipo de dorsal mesoceánica, se encuentran numerosos yacimientos de óxidos de hierro y de nódulos de manganeso, tapizando las amplias plataformas que constituyen los fondos oceánicos próximas a la dorsal, a veces incluidas dentro de la delgada capa sedimentaria que tapiza esos fondos. También son característicos de esta megaestructura, los depósitos de sulfuros de hierro, cobre y níquel, en forma de minerales tipo: blenda, pirita y galena, relacionados con las coladas de lavas almohadilladas que se forman en la dorsal. Típicos, asimismo, son los yacimientos de segregación magmáticos de cromo (cromita), ligados al magmatismo plutónico en estas zonas.

Yacimientos metálicos en zonas de subducción

En las zonas de subducción existen otros yacimientos minerales asociados a los magmas que se generan por la fusión de la placa subducente, además aparecen zonados desde la zona de subducción hasta el interior del continente en disposición paralela. Así, se encuentran los yacimientos de sulfuros de hierro, los filonianos de sulfuros de Zn, Pb, Fe, los de estaño, antimonio, el cobre porfirico andino o los yacimientos de segregación, propios del magmatismo de estas áreas, como son: el oro, la plata, el platino y un amplio etc.

Yacimientos en zonas de intraplaca

En las zonas de intraplaca, el magmatismo está unido a la génesis de los puntos calientes. Pueden aparecer en procesos volcánicos de tipo kimberlítico (yacimientos de impregnación de diamantes).

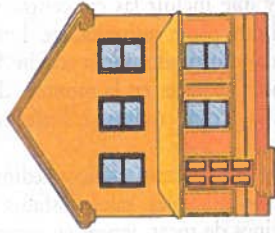
Yacimientos sedimentarios

A veces la génesis del yacimiento metálico no está provocada por fenómenos magmáticos, sino sedimentarios. En este grupo hay que incluir las concentraciones de minerales pesados, metálicos en placeres, caso del oro, plata, casiterita, etc. Los depósitos sedimentarios, de enriquecimiento supergénico, provocado por la acción de procesos de meteorización sobre filones de sulfuros, hace aparecer en la montera de alteración otros minerales diferentes a los originales, como óxidos e hidróxidos del componente original.

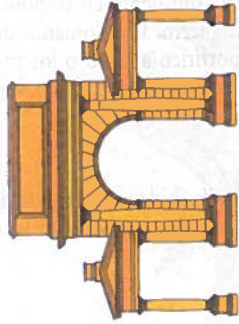
A veces en el caso de minerales no metálicos son procesos clásicos sedimentarios los causantes de la concentración de determinados minerales, sales, fosfatos, etc. En algunos casos la meteorización de determinados tipos de rocas, ígneas en general, concentra algunos elementos como el aluminio y el hierro, dando bauxitas y lateritas.

De escaso interés son los yacimientos metamórficos.

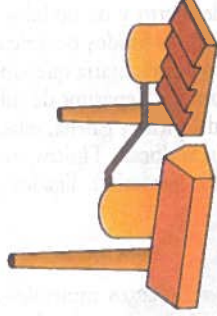
APLICACIONES DE LAS ROCAS INDUSTRIALES



- CONSTRUCCION / ORNAMENTACION**
- Areniscas
 - Calizas
 - Mármol
 - Andesita
 - Basalto
 - Granito
 - Ofita
 - Pórfido



- Traquita
- Serpentina
- Pizarra



- CEMENTERA / YESERA**
- Arenisca
 - Caliza
 - Dolomita
 - Margas
 - Pumita
 - Yeso



- VIDRIO**
- Arena
 - Caliza
 - Arcilla
 - Cuarzo



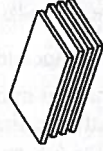
- ARIDOS DE MACHAQUEO**
- Grava
 - Arenas
 - Areniscas
 - Calizas
 - Granito



- Pórfido
- Cuarzita
- Mármol
- Andesita
- Basalto
- Ofita



- CERAMICA / LADRILLOS**
- Arcillas



- ASLANTES / FUNDENTES / ABRASIVOS**
- Arcillas
 - Areniscas
 - Dolomita
 - Basalto



Aplicaciones de las rocas industriales

transparencia 83

Aplicaciones de las rocas industriales

Se llaman rocas industriales a «todos los materiales con génesis geológica y que sin tener concentraciones especiales en la corteza terrestre, son utilizados por el hombre en los procesos industriales, ya sea de forma directa o tras un tratamiento de preparación adecuado en sus propiedades físicas y químicas».

Utilización de recursos industriales

Los campos industriales donde se utilizan las rocas son los siguientes:

- **Construcción:** piedras de construcción de viviendas, monumentos, obras públicas, infraestructuras, etc.
- **Ornamentación:** donde se utilizan rocas con propiedades físicas u ópticas especialmente bellas.
- **Aglomerantes:** rocas utilizadas para la fabricación de cementos, cales, yesos.
- **Áridos:** rocas trituradas con diversos tamaños, que sirve de base a las obras públicas.
- **Vidrio y Cerámica,** otras como aislantes, fundentes, correctivos, aditivos, abrasivos, arenas de moldeo, etc.

Materiales que se usan en las obras públicas

- **Materiales en estado natural sin transformación.** Se utilizan en: terraplenes, relleno en presas y escolleras de puertos.
- **Áridos naturales:** Material detrítico natural, que es desenlodado y cribado para obtener granulometrías diversas, se utiliza para formar los elementos inertes en los hormigones de tipo Portland.
- **Áridos de machaqueo:** Balasto de vías férreas, sus condiciones mecánicas frente a esfuerzos dirigidos le permiten ese uso.
- **Ornamentales,** utilizadas en fachadas, pavimento, techado, recubrimiento de paramentos.
- **Materias primas** para cerámicas y cementos.

RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES. EL SUELO: ESTRUCTURA



Carretera de Nuevo Baztan-Anchuelo. (Madrid)



Recursos naturales no renovables. El suelo: estructura

transparencia 84

Concepto de suelo

Se entiende por suelo la «parte de la corteza terrestre, formada por elementos minerales (de la roca madre sobre el que se desarrolla, o derivados de la alteración mecánica, química o bioquímica de la misma), materia orgánica (constituida por biopolímeros y geopolímeros) y una fase líquida heterogénea (de agua, iones, coloides, en disolución o suspensión, acompañado todo ello por una fase gaseosa (de aire, CO₂, N₂) y seres vivos».

Por tanto, como se ve en el concepto de suelo, es el resultado de la interrelación de factores: físico-químicos, biológicos, geológicos y ambientales. Debe considerarse como un sistema único, dinámico, lento en su formación, y sobre todo extraordinariamente frágil a las agresiones externas.

De hecho, podría considerarse el suelo como: «un paréntesis entre la alteración química y la erosión mecánica». En ese lapso de tiempo el hombre lo utiliza en su beneficio, no siempre racionalmente. Por eso, salvo excepciones puntuales, como los suelos ecuatoriales tipo bauxitas y lateritas, muy potentes y protegidos por la cobertera vegetal en esa zona, no se conservan en el registro geológico.

Causas ambientales de la alteración de los suelos

Como se ha apuntado más arriba, al ser los suelos extraordinariamente frágiles a las acciones externas, son muchas las que provocan la alteración de un suelo, siendo la causa antrópica la más importante. La clasificación sería:

Acciones químicas antrópicas:

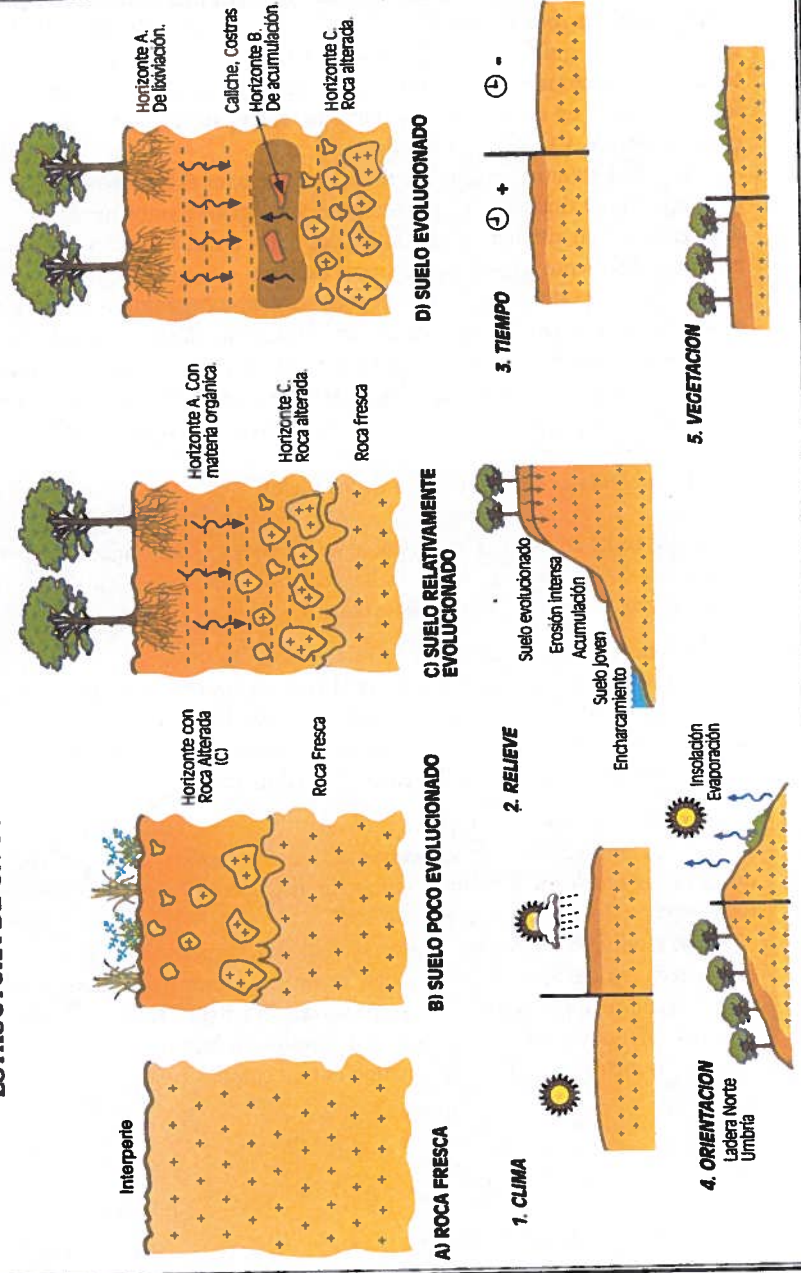
La adición de sustancias químicas al suelo, como fertilizantes, correctores, insecticidas, pesticidas, detergentes, nutrientes, etc. Determinan un cambio en el quimismo del suelo y las reacciones naturales con estos nuevos productos, producen otras reacciones químicas diferentes a las habituales.

Acciones mecánicas antrópicas:

La más importante es la sobreexplotación, que implica un exceso de regadío que a su vez puede arrastrar una salinización del agua del acuífero (posibilidad de riesgo) que acaba por salinizar el suelo.

Si se modifica la cobertera vegetal, se deforesta, se pastorea en exceso, se introducen técnicas de trabajo inadecuadas, como roturaciones pendientes o literalmente se eliminan por obras públicas, minería, infraestructuras, o actividades lúdicas (4x4, Mountain Bike, trials, etc.) y se introducen factores que alteran el suelo con efectos socioeconómicos graves como es fácil colegir.

ESTRUCTURA DE UN SUELO. FACTORES QUE INTERVIENEN EN SU FORMACION



Estructura de un suelo. Factores que intervienen en su formación

Factores que intervienen en la formación del suelo

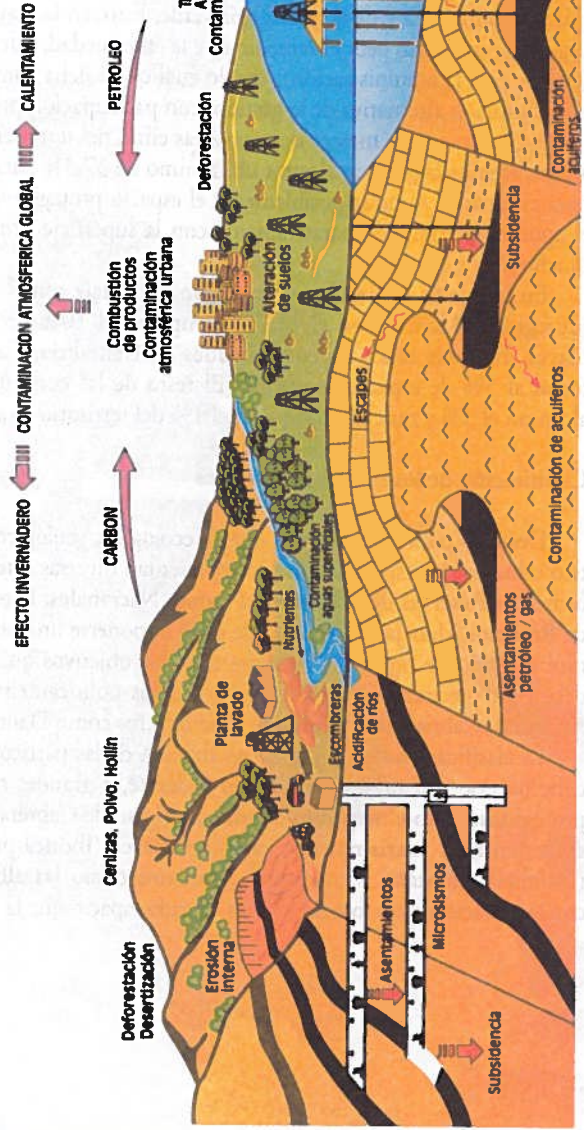
El suelo es el resultado de la alteración de las rocas por la acción conjunta de factores climáticos, litológicos, y de los seres vivos o de la materia orgánica derivada de su descomposición.

En su composición se diferencian: productos sólidos, orgánicos o inorgánicos; líquidos, con elementos solubles en el agua de precipitación atmosférica, que son removilizados por toda la estructura del suelo; y gaseosos, aire procedente de la Atmósfera o de la actividad química y biológica de los seres vivos, que ocupan la porosidad del suelo.

La formación se inicia con la aparición en superficie de las rocas. La meteorización por factores ambientales y biológicos de las rocas y sus constituyentes minerales, junto con el agua de infiltración que distribuye los productos de alteración en niveles, hacen que se vaya estructurando el suelo en niveles, denominados horizontes A, B, C en función del tiempo de actuación de los factores generadores.

Éstos son esencialmente el clima, el relieve, el tiempo de actuación, la orientación y la vegetación. Cuanto más tiempo actúen estos factores, mejor se desarrollará el suelo.

IMPACTOS AMBIENTALES DERIVADOS DE LA EXPLOTACION, TRANSPORTE Y USO DE LOS RECURSOS ENERGETICOS TRADICIONALES



Impactos ambientales derivados de la explotación, transporte y uso de los recursos energéticos tradicionales

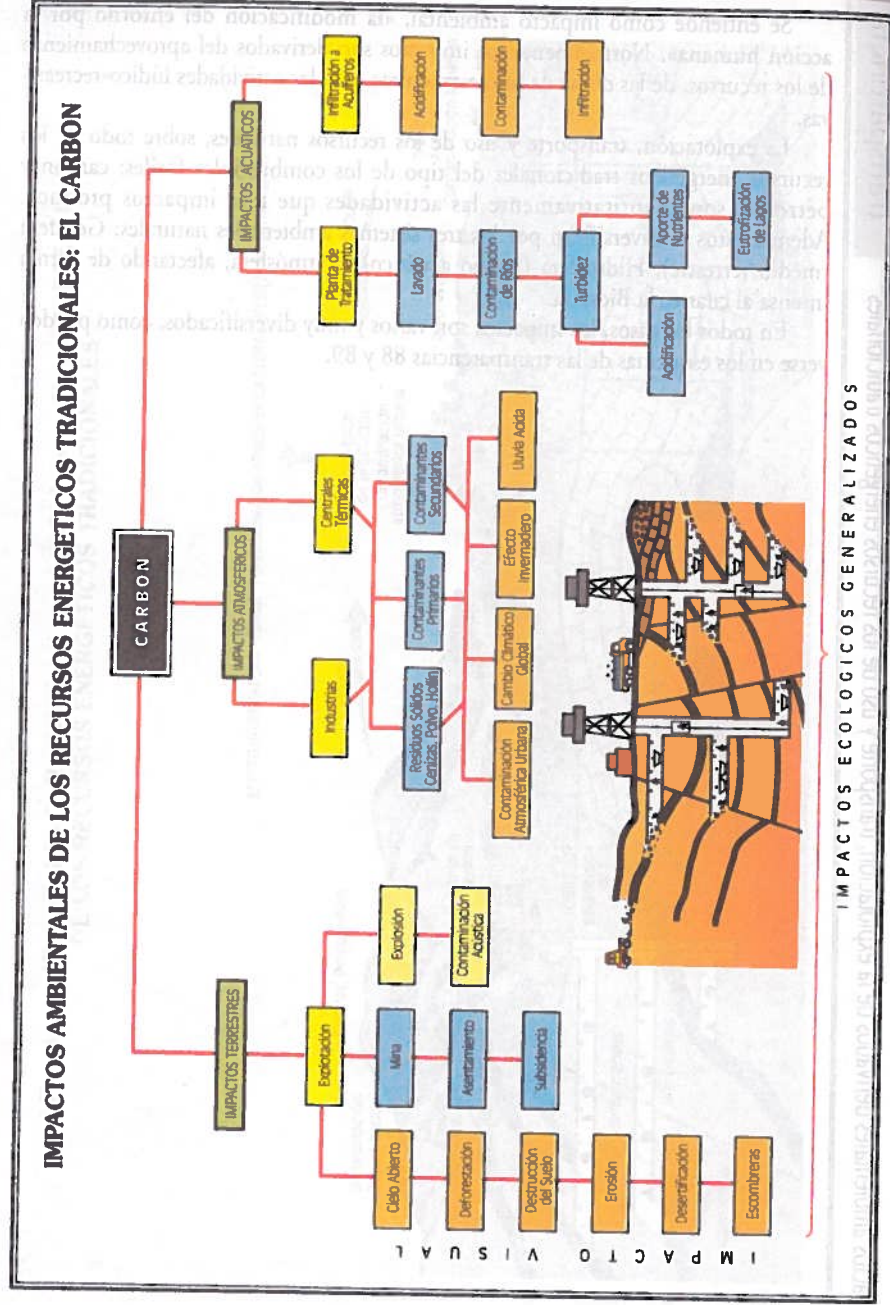
transparencia 87

Concepto de impacto

Se entiende como **impacto ambiental**, «la **modificación del entorno por la acción humana**». Normalmente los impactos son derivados del aprovechamiento de los recursos, de las obras de infraestructuras o de las actividades lúdico-recreativas.

La explotación, transporte y uso de los recursos naturales, sobre todo de los recursos energéticos tradicionales del tipo de los combustibles fósiles: carbón y petróleo, son cuantitativamente las actividades que más impactos produce. Además éstos se diversifican por los tres sistemas ambientales naturales: Geosfera (medio terrestre), Hidrosfera (medio acuático) y Atmósfera, afectando de forma intensa al cuarto, la Biosfera.

En todos los casos, los impactos son varios y muy diversificados, como pueden verse en los esquemas de las transparencias 88 y 89.

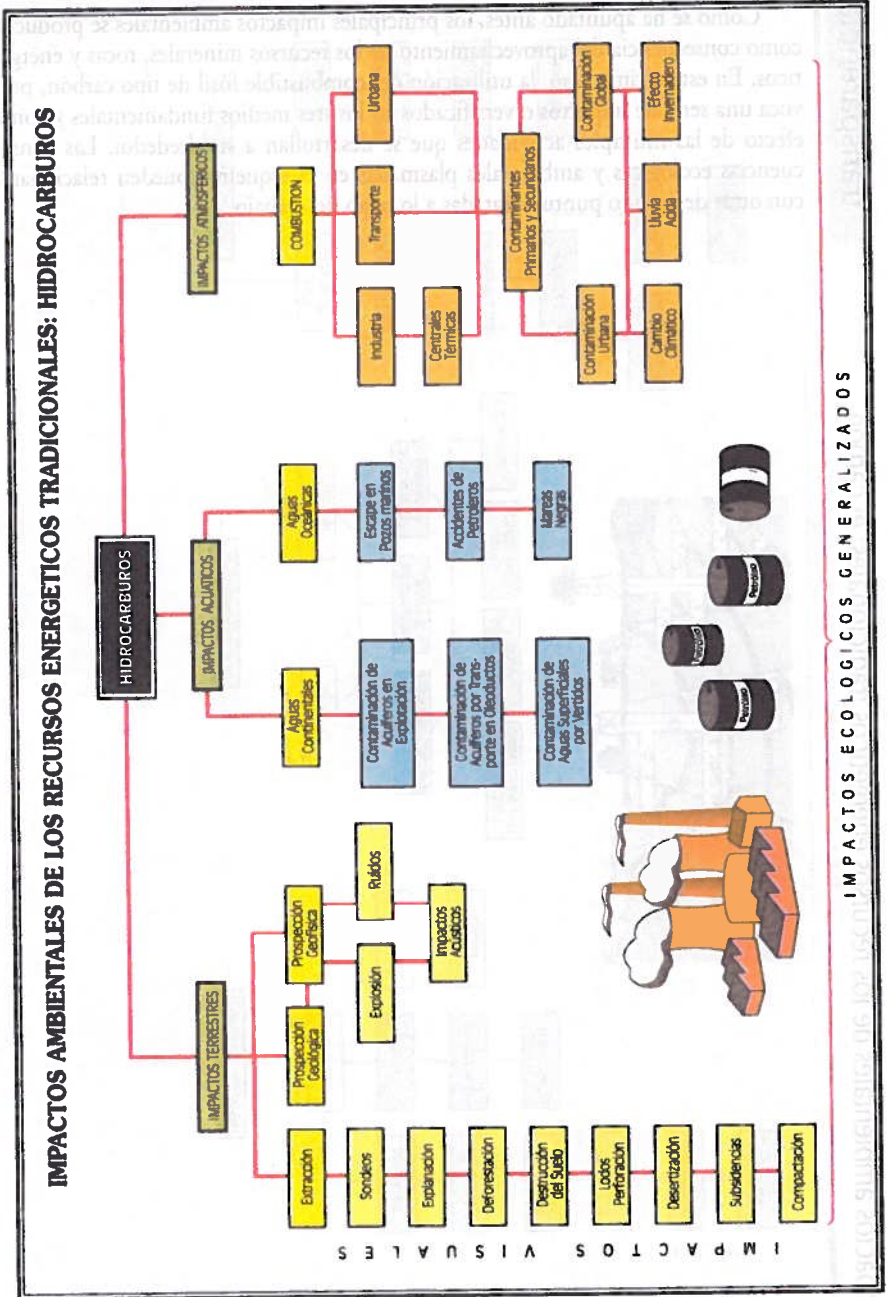


Impactos ambientales de los recursos energéticos tradicionales: el carbón

transparencia 88

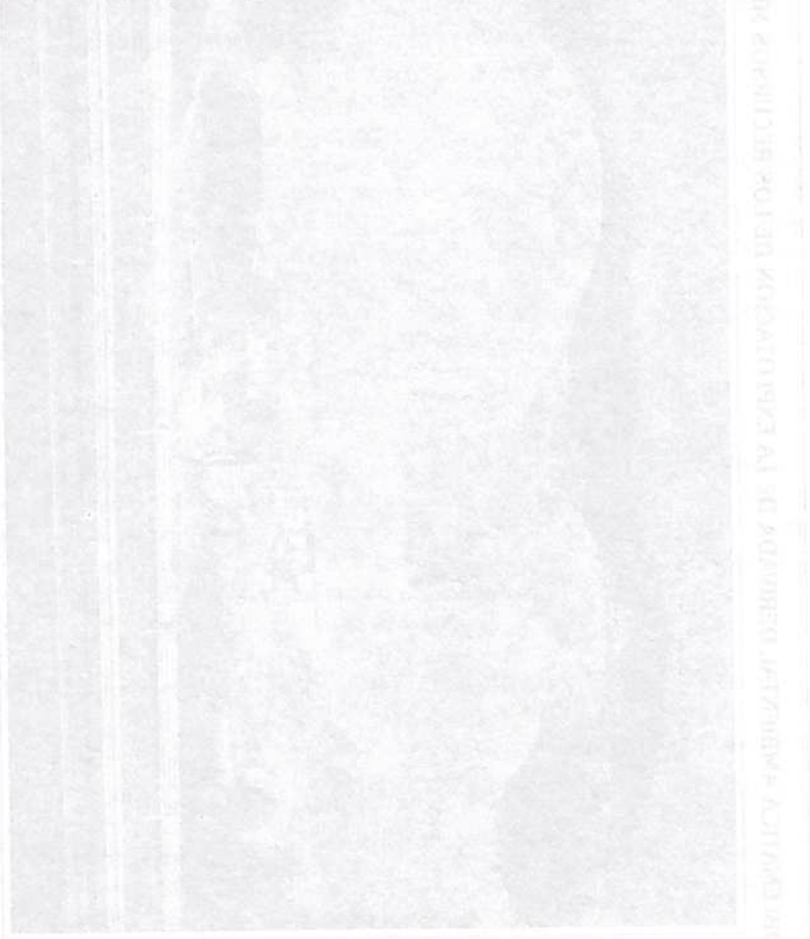
Impactos ambientales del carbón

Como se ha apuntado antes, los principales impactos ambientales se producen como consecuencia del aprovechamiento de los recursos minerales, rocas y energéticos. En este último caso, la utilización del combustible fósil de tipo carbón, provoca una serie de impactos diversificados en los tres medios fundamentales y como efecto de las múltiples actividades que se desarrollan a su alrededor. Las consecuencias ecológicas y ambientales plasmadas en el esquema, pueden relacionarse con otras de ámbito puntual tratadas a lo largo del trabajo.

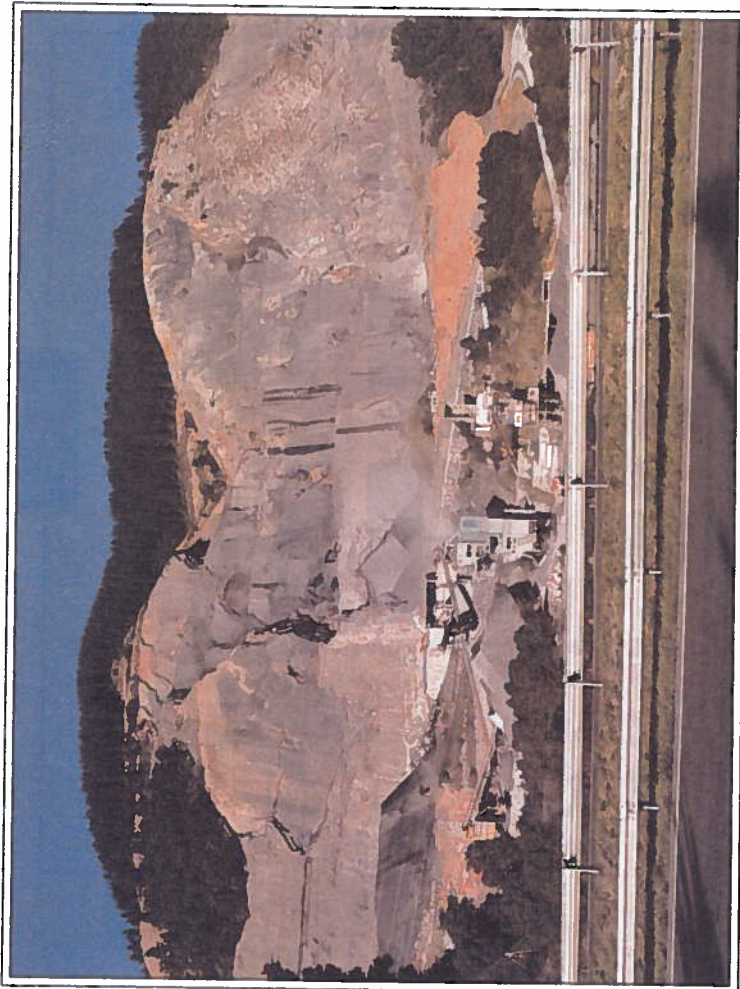


Impactos ambientales de los hidrocarburos

Como se ha apuntado antes, los principales impactos ambientales se producen como consecuencia del aprovechamiento de los recursos minerales, rocas y energéticos. En este último caso, la utilización del combustible fósil de tipo hidrocarburos, provoca una serie de impactos diversificados en los tres medios fundamentales y como efecto de las múltiples actividades que se desarrollan a su alrededor. Las consecuencias ecológicas y ambientales plasmadas en el esquema pueden relacionarse con otras de ámbito puntual tratadas a lo largo del trabajo.



PROBLEMATICA AMBIENTAL DERIVADA DE LA EXPLOTACION DE LOS RECURSOS MINERALES



Explotación mineral en cantera. Orozko (Vizcaya)



transparencia 90

Problemática ambiental derivada de la explotación de los recursos minerales

Problemática ambiental derivada de la explotación de los recursos minerales

La explotación de recursos minerales, para mantener el desarrollo económico de la humanidad, tanto de minerales metálicos como no metálicos, así como de rocas industriales o de minerales radiactivos, conlleva para el medio ambiente una serie de impactos. En términos generales, esos impactos afectan tanto al medio terrestre, como al acuático o al aéreo.

La acción antrópica en relación con la modificación del entorno, de seguir las cosas como hasta ahora, en crecimiento exponencial, agudizará los problemas ambientales, que se harían insostenibles para el medio. Por tanto, es necesario controlarla para disminuir los problemas y para preservar los recursos.

Impactos en el medio terrestre y acuático

En relación con el medio terrestre, los impactos pasan por la destrucción general del paisaje como consecuencia de: la deforestación o eliminación de la masa boscosa; la destrucción de los suelos; el incremento de la erosión y como consecuencia la desertificación; la instalación de las plantas transformadoras y extractoras, que con su actividad suelen generar escombreras y productos de desecho que modifican profundamente las aguas superficiales y subterráneas, acidificándolas o eutrofizándolas, llegando a ser un problema ecológico acuático grave.

Impactos aéreos

En general, la utilización posterior como materias primas en construcción, obras públicas, ornamentación, etc., no suele, como en el caso de los recursos energéticos no renovables del tipo carbón o petróleo, dar contaminantes secundarios derivados del uso que afectan al medio aéreo, aunque existe la posibilidad de contaminación del entorno por acción de residuos sólidos como: hollín, cenizas, polvo, residuos sólidos en general, en la Atmósfera.

Medidas de protección de las materias primas materiales

Las medidas protectoras en relación con las materias primas, deben pasar por:

- El aprovechamiento integral de los recursos (tanto de productos como de subproductos) por todas las técnicas posibles.
- El aprovechamiento de los vertidos mineros y los desechos industriales.
- El reciclado de materiales de derribo, chatarras y residuos sólidos urbanos.
- La sustitución de sustancias con potencial impacto ambiental.

RECUPERACION DE ZONAS IMPACTADAS POR LA EXTRACCION DE MATERIAS PRIMAS



Huerta de Valdecarabanos. (Toledo)



transparencia 91

Recuperación de zonas impactadas por la extracción de materias primas

Recuperación de espacios. Legislación

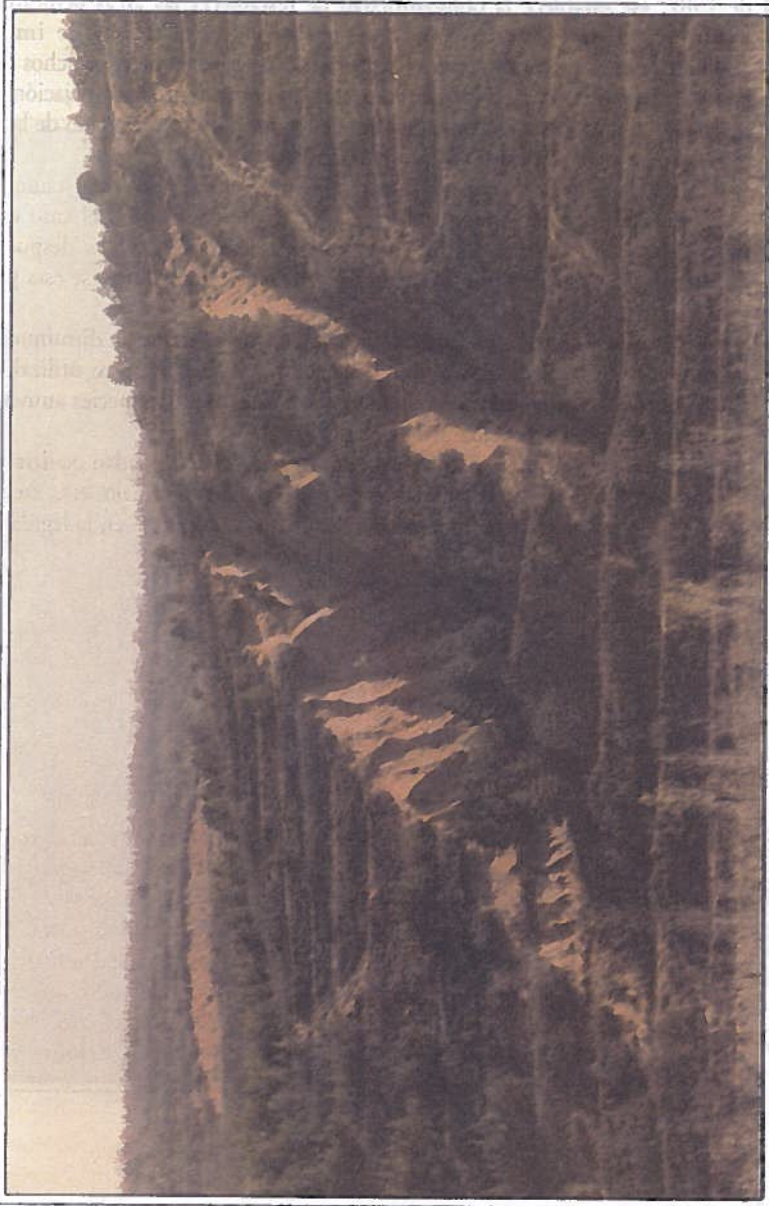
De un tiempo a esta parte, según el Real Decreto 2984/82, del 15 de octubre de 1982, «se establece la obligatoriedad de restablecer las áreas dedicadas a la explotación de recursos para conseguir la recuperación de impactos ambientales». Sin embargo, esta obligatoriedad no parece que en muchos casos se cumpla. Hay ejemplos en los que la autoridad competente hace dejación de sus obligaciones y no pone en conocimiento del poder judicial, encargado de la aplicación correcta de la ley, los casos que la incumplen.

Desde el punto de vista educativo-ambiental, el ejercicio de restauración de impactos ambientales resulta excelente para el aprendizaje. En el caso que nos ocupa y que se muestra en el esquema, una cantera abandonada, después de la extracción de yesos para su utilización industrial, permite plantearse esta posibilidad de restauración.

En este caso se trata de fijar como objetivos prioritarios: la disminución del impacto visual, la reconversión de un espacio degradado en otro utilizable para uso público y su integración en el pueblo, la plantación de especies autóctonas y ornamentales para repoblación vegetal, etc.

Con estos objetivos, parece evidente que al lector se le puedan ocurrir diseños de tipo constructivo, de ornamentación, de uso público del suelo, etc., en el espacio ocupado por la cantera, que recupere, con el fin propuesto en la legislación, el espacio degradado.

EFFECTOS AMBIENTALES QUE AFECTAN AL SUELO



transparencia 92

Principales causas de la alteración de suelos

La alteración de los suelos se produce por diferentes causas, la primera causa por citar sería la deforestación, por la tala indiscriminada de árboles, o los incendios, naturales (cada vez menores) o provocados (en incremento, por el afán especulador). La deforestación favorece el que la precipitación acuosa actúe sobre la superficie rocosa pelada de vegetación de varias formas: primero **removilizand**o las partículas del suelo por acción del impacto, después **discurriendo** por la superficie y **arrastrando** las partículas del suelo que están sueltas, en procesos de arroyada difusa, que acaba por ocasionar encauzamiento (las cárcavas), que **arrastran** la masa edáfica. La generalización del proceso da lugar a la morfología de badlands y a la multiplicación del volumen del suelo eliminado.

Incidencia del sustrato

En la generación de las formas descritas interviene también el sustrato rocoso, en este caso rocas homogéneas de tipo arcilloso. La ausencia de una vegetación densa que sirva de anclaje del suelo favorece la removilización por acción de la deflación eólica. La componente horizontal del viento elimina un volumen del suelo. En el caso de la acción del agua y del viento la masa de suelo pasa a las zonas bajas, desde donde es arrastrado por los cauces mayores hacia otros lugares donde se acumulan los sedimentos.

Movimientos de ladera

Una zona sin vegetación favorece también los movimientos de ladera que por gravedad arrastran los suelos de las laderas hacia las zonas deprimidas para ser evacuados.

Soluciones alternativas

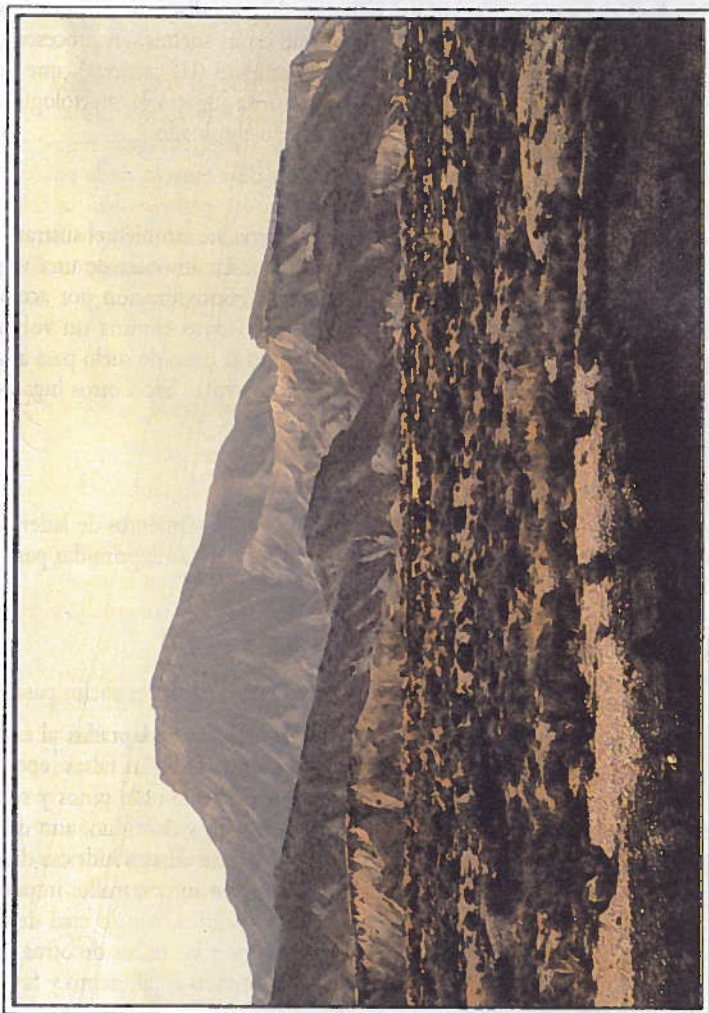
Las soluciones más sencillas para evitar la alteración de los suelos pasan por:

- La repoblación con especies autóctonas, «especies adaptadas al ecosistema de la zona», y no con otras alóctonas como la utilizada en las falsas repoblaciones administrativas de los equivocados planes forestales, que usan pinos y sobre todo eucaliptos, especie esta última, de crecimiento rápido y continuo, aun después de talados (si no se eliminan los tocones), con unas necesidades hídricas desmesuradas y unos efectos ambientales tremendos, ya que en su desarrollo, impermeabilizan el suelo, facilitando las inundaciones, y lo acidifica, con lo cual desaparecen especies simbióticas de microorganismos asociados a las raíces de otros vegetales, como bacterias y hongos micorrizas. Además no sirven de alimento y favorecen la erosión.

- La elaboración de bancales, y cuando se dice elaboración de bancales, es «para dar a la ladera un aspecto escalonado que evite la escorrentía torrencial», y no la excavación con maquinaria pesada que arrastre el suelo original, sino que evite una escorrentía acelerada, produzcan roturas en la pendiente para favorecer la infiltración y la disminución de la energía cinética del agua, dedicada a la erosión.

Efectos ambientales que afectan al suelo

CAUSAS DE LA DESERTIFICACION



Desierto de Tabernas. (Almería)



transparencia 93

Concepto de desierto

Se entiende por desierto «aquellas regiones del planeta con unas características climáticas particulares, derivadas de unos factores de tiempo meteorológico peculiares». Así, las precipitaciones no superan los 250 mm. anuales normalmente, bajo condiciones climáticas anticiclónicas (de presión alta), y sin vegetación ni fauna significativa, pero característica.

Concepto de desertificación

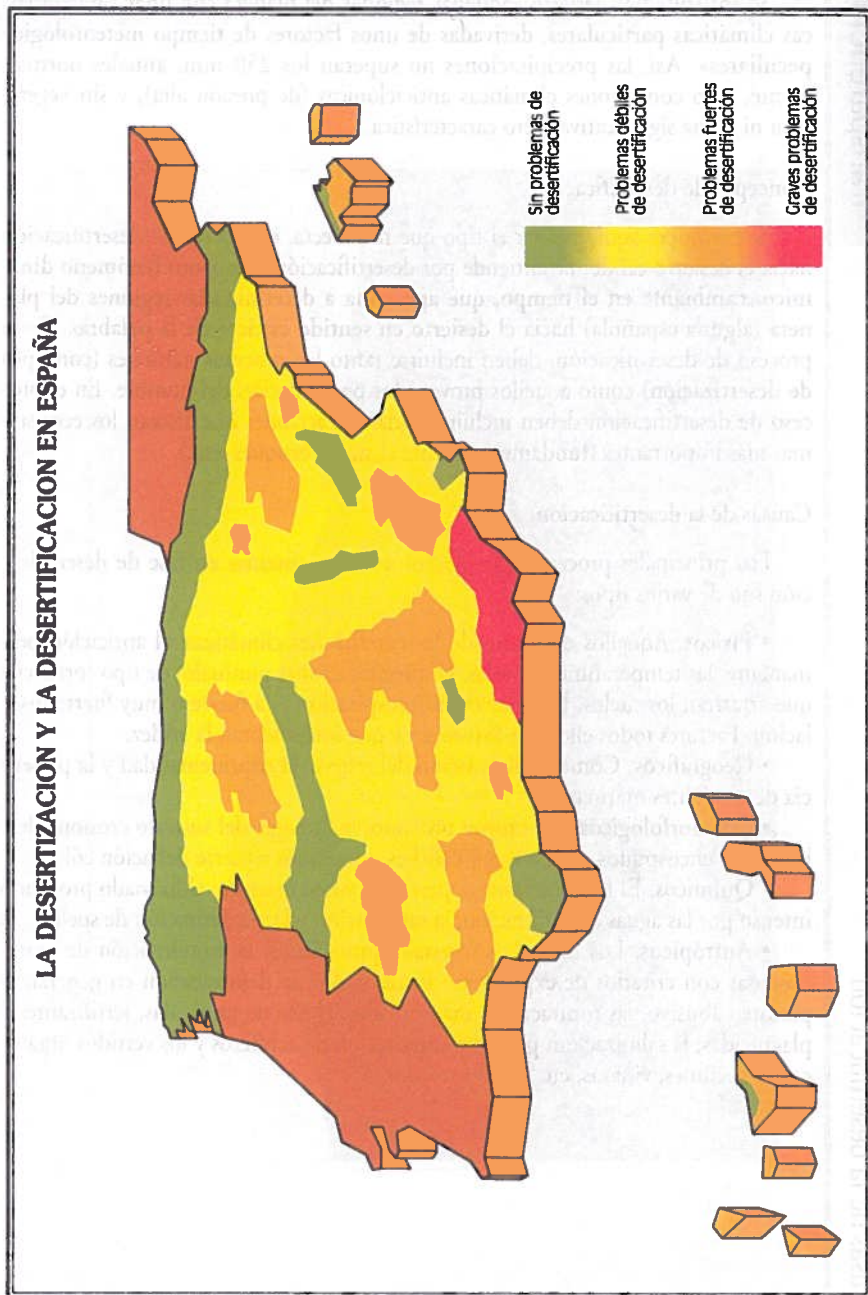
Se considera aquí, por ser el tipo que nos afecta, el proceso de desertificación hacia el desierto cálido. Se entiende por desertificación como «un fenómeno dinámico, cambiante en el tiempo, que aproxima a determinadas regiones del planeta (alguna española) hacia el desierto en sentido estricto de la palabra». En el proceso de desertificación, deben incluirse tanto los procesos naturales (concepto de desertización) como aquellos provocados por la acción del hombre. En el proceso de desertificación deben incluirse todas las acciones que alteran los ecosistemas más importantes (fundamentalmente el suelo, bosques, etc.).

Causas de la desertificación

Los principales procesos que afectan a los ecosistemas en fase de desertificación son de varios tipos:

- **Físicos.** Aquellos derivados de las condiciones climáticas: el anticiclón permanente, las temperaturas elevadas, las precipitaciones puntuales de tipo torrencial que arrastran los suelos, la fuerte evapotranspiración y la fuerte o muy fuerte insolación. Factores todos ellos que favorecen y que incrementan la aridez.
- **Geográficos.** Como la disposición del relieve, la continentalidad y la presencia de corrientes marinas.
- **Geomorfológicos.** El entorno próximo, la litología del sustrato erosionable y los suelos encostrados por costras y caliches, sometidos a fuerte deflación eólica.
- **Químicos.** El fuerte arrastre superficial por escorrentía, el lixiviado profundo intenso por las aguas de infiltración, la salinización y la alcalinización de suelos.
- **Antrópicos.** Los incendios forestales provocados, la esquilma de masas boscosas con criterios de explotación inadecuados, la deforestación en general, el pastoreo abusivo, las roturaciones inapropiadas, el uso de pesticidas, fertilizantes y plaguicidas, la salinización por sobreexplotación de acuíferos y los vertidos orgánicos (alpechines, vinazas, etc.) incontrolados.

Causas de la desertificación



Desertización y desertificación en España

La desertificación en España se manifiesta en todos los valores de los índices establecidos (desde el índice menor, sin problemas de desertificación, hasta los graves o muy graves problemas de desertificación).

Comenzando por estos últimos, hay que apuntar que la superficie afectada por los graves o muy graves problemas ocupan un 30% del territorio nacional, y están concentrados geográficamente en el sureste peninsular.

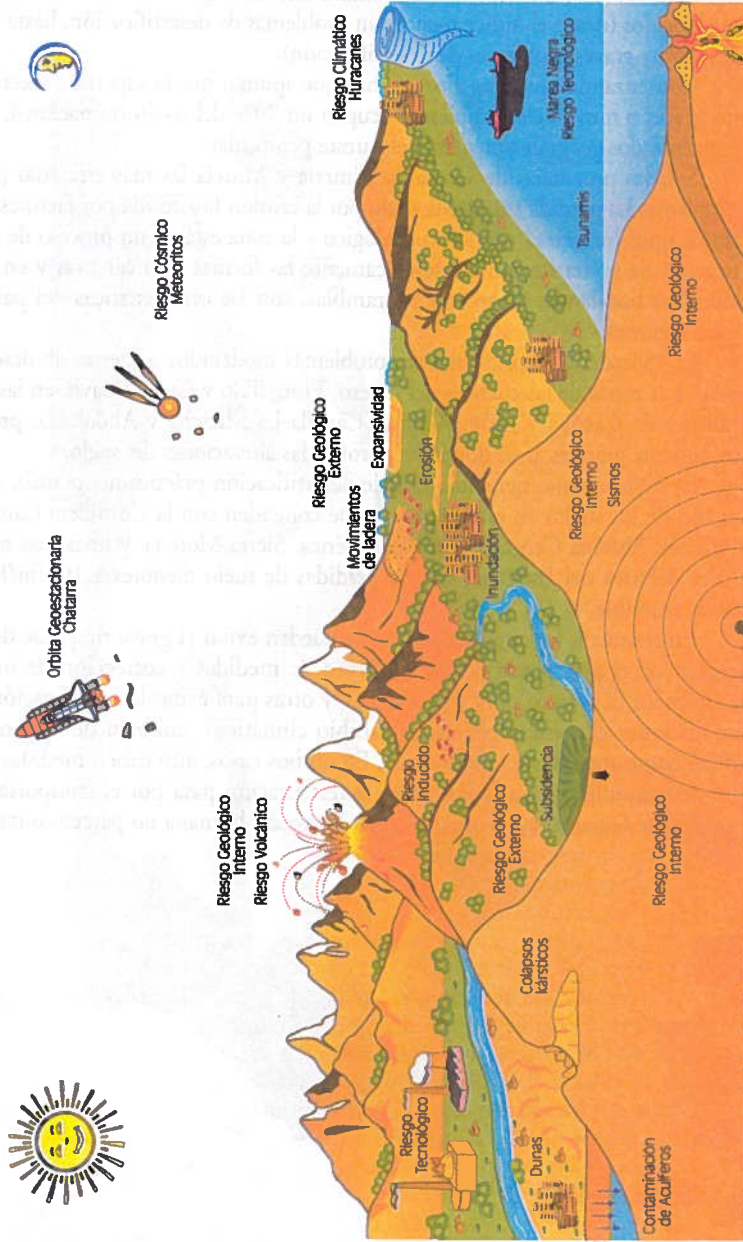
Son las provincias de Granada, Almería y Murcia las más afectadas por este problema. La pérdida secular de suelo por la erosión favorecida por factores de distintos tipos ha roto el equilibrio ecológico y la zona está en un proceso de desertificación de su territorio. Morfológicamente las formas tipo cárcavas y en asociación, los bad-lands, junto con las ramblas, son las características del paisaje de estas regiones.

El 45% del territorio presenta problemas moderados a fuertes de desertificación. Las zonas de las cuencas del Duero, Ebro, Tajo y Guadalquivir, en las comunidades de Castilla y León, Aragón, Castilla-La Mancha y Andalucía, presentan localmente grandes áreas donde hay profundas alteraciones del suelo.

El 25% restante tiene una tasa de desertificación prácticamente nula. La alteración de los suelos en estas regiones que coinciden con la Cordillera Cantábrica, Pirineos, Sistema Central, Cordillera Ibérica, Sierra Morena, y unas más meridionales del área del Estrecho, son de pérdidas de suelo menores a 10 Tm/Ha/año, valor asumible.

En resumen, las circunstancias que pueden evitar el grave riesgo de desertificación en el país pasan por la adopción de medidas y corrección de impactos antrópicos (a corto o muy corto plazo), y otras para evitar la modificación de las condiciones climáticas generales (cambio climático), también de origen antrópico, como medidas a medio plazo. En ambos casos, aún caben medidas parciales de reequilibrio; y a largo plazo, la restauración pasa por el comportamiento general de Gaia, en cuyo organigrama, la especie humana no parece contar.

RELACIONES AMBIENTALES ENTRE EL HOMBRE Y LA LITOSFERA: RIESGOS NATURALES E INDUCIDOS



Relaciones ambientales entre el hombre y la Litosfera: riesgos naturales e inducidos

Riesgos naturales

La tercera base de la relación del hombre con la Geosfera, además de la obtención de recursos y de la generación de impactos ambientales, es la de riesgos naturales, que sufre como consecuencia de la actividad de la Tierra.

Concepto de riesgo

«Cualquier proceso, situación o suceso en el sistema general considerado, la Geosfera, que, con génesis natural, inducida por acción antrópica, o combinada de ambas, puede ocasionar un daño económico personal o social y en cuya predicción, prevención y/o corrección se han empleado criterios geológicos».

En la definición conviene matizar algunos aspectos con el fin de clarificarla en lo posible. En primer lugar, la definición supone, por un lado, situaciones de riesgo hipotético, que puede ocasionar en el caso de producirse, un daño; con el de riesgo real, cuando se desencadena el proceso o conjunto de acciones geológicas dependientes entre sí, que culminan con una catástrofe o no.

Concepto de catástrofe

Por tanto, la catástrofe es «la activación del riesgo», en cuyo caso puede ocasionar daños cuando no haya podido predecirse y por tanto prevenirse, o no se hayan adoptado medidas de protección civil, o no (en caso contrario) se han podido predecir su ocurrencia en el momento preciso o paliado sus efectos.

Predicción, prevención, corrección

La predicción, prevención y corrección en algunos casos es difícil, como en los riesgos sísmicos, mientras que en otros es más sencillo y las técnicas están más avanzadas, caso de los volcánicos, los climáticos, etc.

La anticipación del acontecimiento en espacio, tiempo, desarrollo e intensidad, indudablemente posibilita la prevención y la corrección del suceso o de sus efectos.

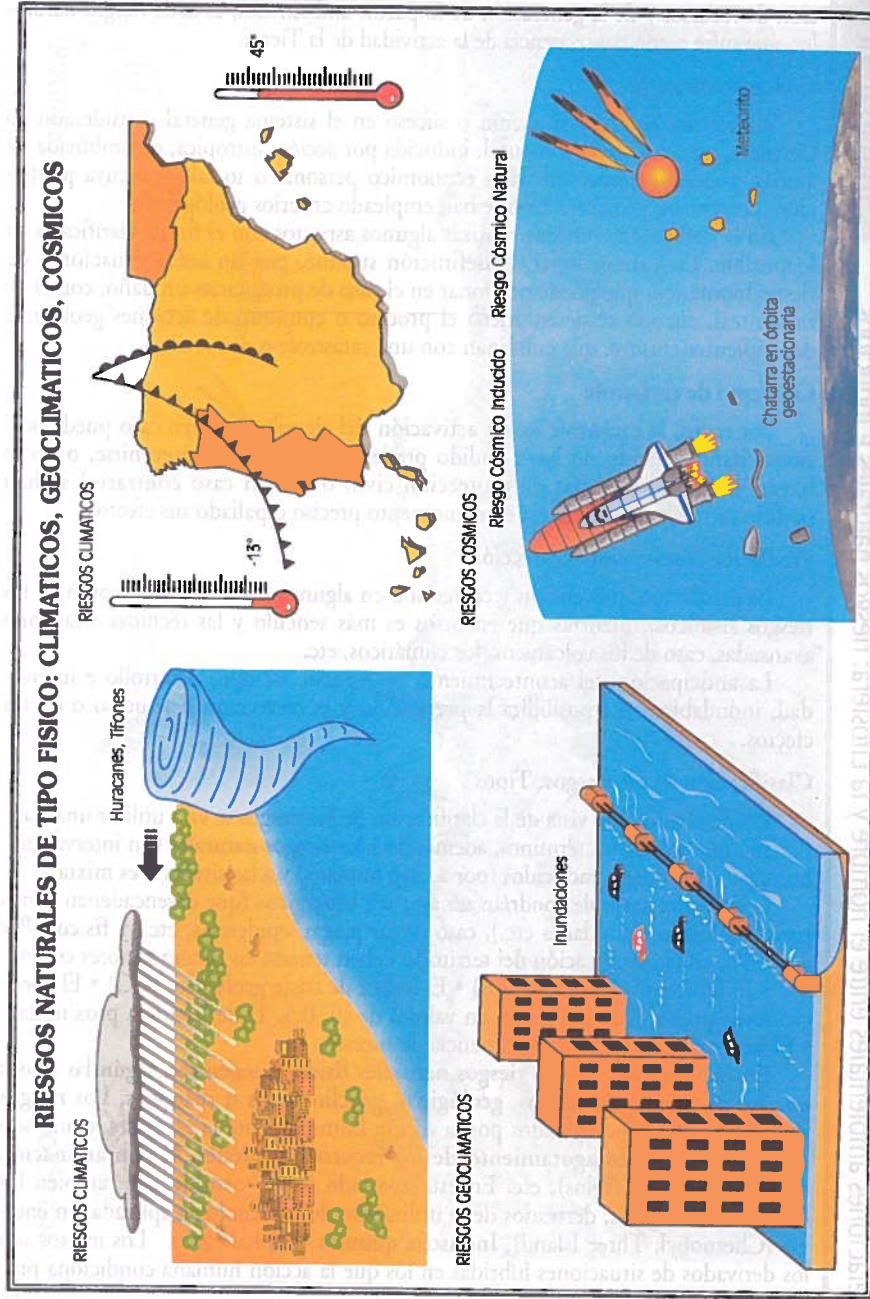
Clasificación de los riesgos. Tipos

Desde el punto de vista de la clasificación de los riesgos se va a utilizar una clasificación que amplía los términos, además de a los riesgos naturales (sin intervención humana) a los riesgos inducidos (por acción humana) y a las situaciones mixtas.

Los riesgos naturales podrían ser a su vez biológicos (que desencadenan daños para la salud, comunidades etc.), caso de las plagas, epidemias, etc., y físicos. Por todo ello, en la planificación del territorio deben tenerse en cuenta factores como:

- El índice de población. (PA)
- El índice de coste geológico. (CG)
- El coeficiente de proximidad al evento, en valores de (0, 0,5, 1) de lejanía a proximidad.
- El factor de catástrofe
- La frecuencia de sucesos.

En este último caso, los riesgos naturales físicos pueden ser, según las causas que los producen: climáticos, geológicos, geoclimáticos o cósmicos. Los riesgos inducidos son los ocasionados por la acción humana sobre la Geosfera, como son el aprovechamiento-agotamiento de los recursos naturales, la contaminación (vista en otros capítulos), etc. En este apartado deben considerarse también los riesgos tecnológicos, derivados de la utilización de la tecnología aplicada; en energía (Chernobyl, Three Island), Industria química (Bophal), etc... Los mixtos son los derivados de situaciones híbridas en los que la acción humana condiciona procesos geológicos naturales.



Riesgos físicos

Se entiende por riesgos físicos «aquellos riesgos que con génesis exclusivamente natural son producidos por diferentes procesos: climáticos, geológicos, geoclimáticos o cósmicos».

Riesgos climáticos

Los riesgos climáticos son los producidos por los factores que determinan el tiempo meteorológico en una región geográfica particular. Como prototipos de riesgos climáticos están:

- Los ciclones tropicales, tifones o huracanes. Se tratan de torbellinos circulares con calma en el centro (ojo) y vientos extraordinariamente violentos, que tienen su origen en la zona ecuatorial y su génesis, quizá esté asociada al choque de masas de aire con diferente temperatura, grado de humedad y direcciones contrarias.
- Las olas de frío y calor, en relación con situaciones atmosféricas y climáticas regionales y globales. Las gotas frías del este peninsular serían un buen ejemplo, ya que son las causantes de las mayores inundaciones y catástrofes de este país.

Riesgos geoclimáticos

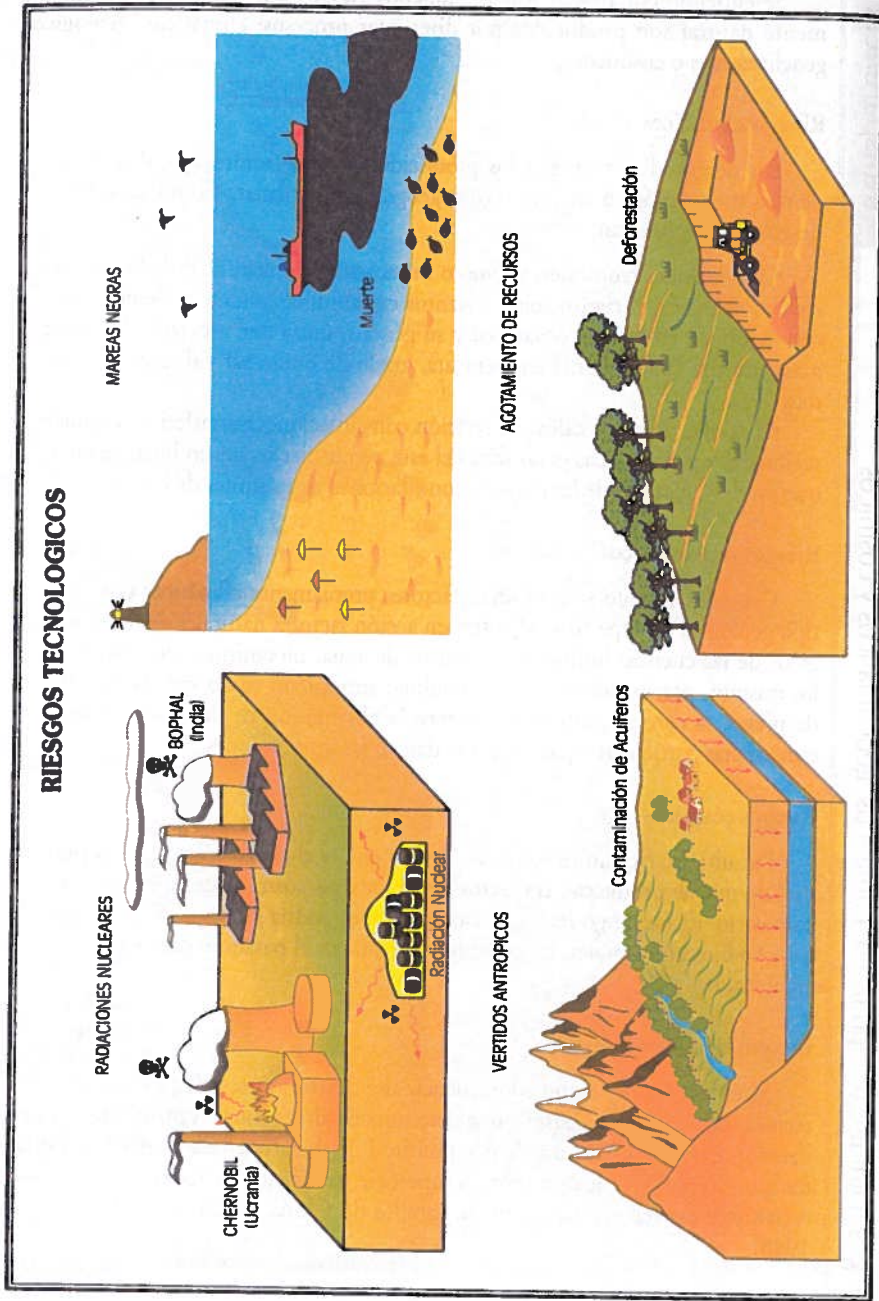
Causados cuando se combinan factores propiamente climáticos con otros de tipo geológico de superficie, al entrar en acción factores naturales de tipo morfológicos de las cuencas hidrográficas, cursos de agua, mecanismos de evacuación de los mismos, precipitaciones, etc.; y también antrópicos, como son las regulaciones de presas, la construcción de autopistas, la obstrucción de desagües y demás circunstancias particulares que a veces se dan en las inundaciones.

Riesgos cósmicos

Por último, hay un riesgo físico latente que es el riesgo cósmico, o la posibilidad de que se produzcan impactos de un cuerpo cósmico de tipo meteorítico o cometario. Es un riesgo real, que, por otro lado, podría ser responsable de profundos cambios ambientales, como ya ha ocurrido en el pasado y parece que ocurrirá en el futuro.

Riesgos cósmicos inducidos

Mientras tanto y como consecuencia del desarrollo tecnológico asociado a las técnicas aeroespaciales, existe a una determinada altura sobre el planeta una órbita, llamada geostacionaria, donde hay multitud de chatarra en disposición de impactar sobre las naves o de caer sobre la superficie, generando el riesgo cósmico (como recientemente ha ocurrido con un satélite de China, caído el 20 de marzo de 1996).



Concepto de riesgo tecnológico

Se entiende por riesgo tecnológico «todos aquellos riesgos derivados de la actividad humana, en relación con un nuevo sistema, la Tecnosfera, entendido como el conjunto de estructuras energéticas, tecnológicas o de cualquier otro tipo, creadas por el hombre para facilitar su desarrollo».

Tipos de riesgos tecnológicos

En ese sentido se han visto a lo largo del trabajo algunos riesgos, así como las circunstancias concurrentes en estos casos y su incidencia sobre el medio ambiente general. Dentro de este grupo de riesgos están los derivados de accidentes nucleares de Chernobyl, Three Islands (Harrisburg), o catástrofes ligadas a la actividad industrial, caso del accidente de Bhopal (India), etc.

También en este grupo de riesgos, está el transporte de combustibles fósiles, que puede producir mareas negras y su incidencia en el medio (ver transparencia 43), o la contaminación de acuíferos y la utilización de recursos naturales (ver transparencia 90).

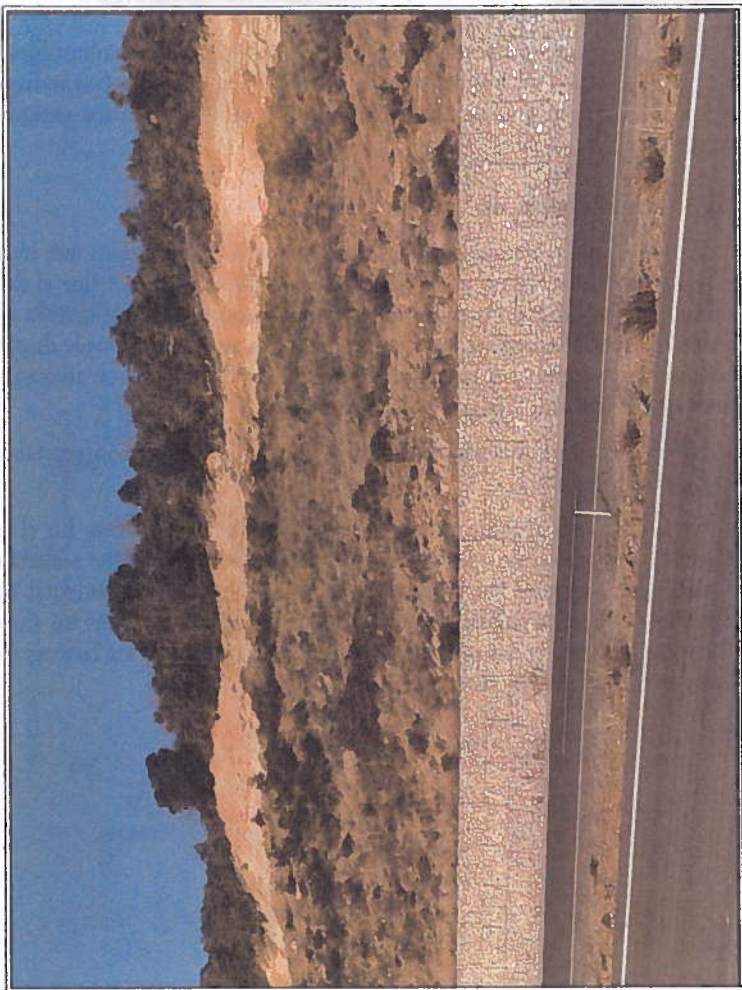
Consecuencias ambientales

En los primeros ejemplos citados, los accidentes nucleares, los más importantes por su gravedad, como el de Chernobyl (1.000 veces mayor que el de Three Island), hay que tener en cuenta que la contaminación radiactiva no sólo afecta al área de influencia inmediata, sino que la dinámica atmosférica puede dispersarlos, contaminando regiones a miles de kilómetros de distancia, que afectan a áreas donde ni siquiera se utiliza la energía nuclear.

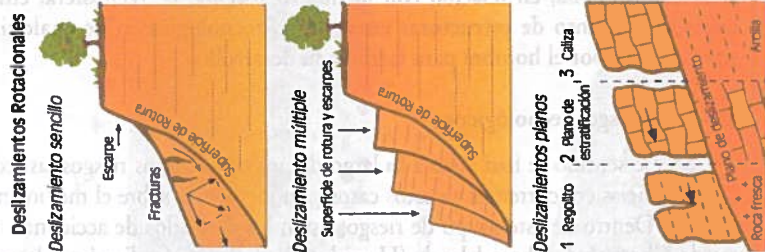
La posterior precipitación radiactiva facilita la contaminación vegetal, animal y la cadena trófica total.

Otro problema añadido es la persistencia de la problemática. En el caso de Chernobyl se liberó cesio-137, cuya vida media es de 30 años, que acabará dentro de varias generaciones. Por tanto, ya que la característica fundamental de estos riesgos es la transnacionalidad, hay que mantener, como en todos los casos, una rigurosidad extrema en las medidas de seguridad y control de los factores tecnológicos que controlan estos sistemas.

RIESGOS GEOLOGICOS EXTERNOS. MOVIMIENTOS DE LADERA: DESLIZAMIENTOS



Autopista Vasco-Aragonesa. Ibay. (Alava)



Riesgos geológicos externos. Movimientos de ladera: deslizamientos

transparencia 98

Movimientos de ladera

Los movimientos de ladera constituyen los procesos debidos a la dinámica externa que causan mayores catástrofes y riesgos potenciales, tanto para el hombre como para el sistema tecnológico, económico y social.

Factores que influyen en los movimientos de ladera

Todos los movimientos de ladera están controlados por dos tipos de factores:

- Litológicos; donde debe incluirse la naturaleza de la roca susceptible, su estructura, su textura, su comportamiento hidrológico, mecánico, geotécnico, etc.
- Dinámicos; conjunto de procesos del tipo de la meteorización, de las modificaciones antrópicas sufridas por las pendientes, de los descalces producidos por las obras públicas, por las cargas estáticas, etc.

Entre ambos factores provocan una situación límite que hace que se superen los umbrales de la estabilidad y se inicien los movimientos, pasando de la situación de riesgo a la de catástrofe.

Clasificación

La clasificación más sencilla pasa por definir los movimientos de la ladera en cuatro grupos: los deslizamientos (como el ejemplo), los desprendimientos, los flujos y las avalanchas. Los deslizamientos y desprendimientos son los más habituales y los que afectan mayoritariamente a las obras públicas.

Deslizamientos. Características. Tipos

Los deslizamientos son movimientos gravitacionales de masas rocosas sobre una superficie de rotura (en los deslizamientos sencillos) o varias en los complejos. El movimiento conjunto afecta a la totalidad de la roca y la velocidad suele ser rápida.

En algunos casos, el plano de deslizamiento corresponde a las superficies estructurales, a las de contacto entre el regolito y la roca, a los planos de estratificación o al contacto entre rocas de diferente competencia, etc.

Predicción y prevención

La predicción es relativamente sencilla si se tienen en cuenta los factores desencadenantes, sobre todo los factores dinámicos, incluidos en la normativa geotécnica. La prevención normalmente se realiza de forma sencilla, mediante estructuras defensivas, como los gaviones, que evitan el movimiento.

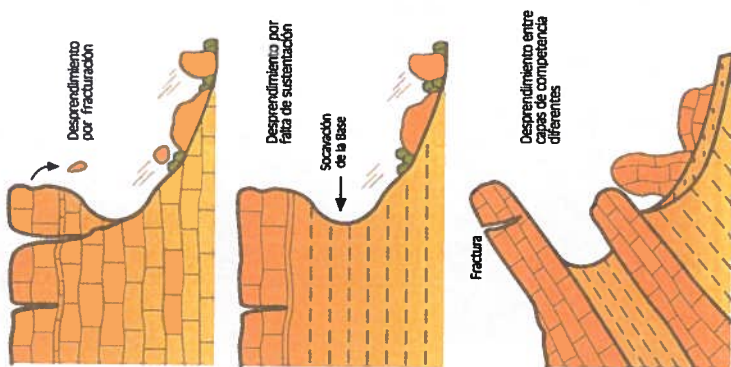
La estabilización de taludes con vegetación previene y detienen según los casos el movimiento.

RIESGOS GEOLOGICOS EXTERNOS. MOVIMIENTOS DE LADERA: DESPRENDIMIENTOS



Carretera de Tielmes. (Madrid)

Tipos de Desprendimientos



Riesgos geológicos externos. Movimientos de ladera: desprendimientos

transparencia 99

Desprendimientos. Concepto

Los desprendimientos son movimientos de ladera donde se implican bloques que caen por acción de la gravedad a favor de planos de rotura, donde han actuado los procesos de la meteorización. El material removido se acumula en la base del talud, una vez estabilizado dinámicamente.

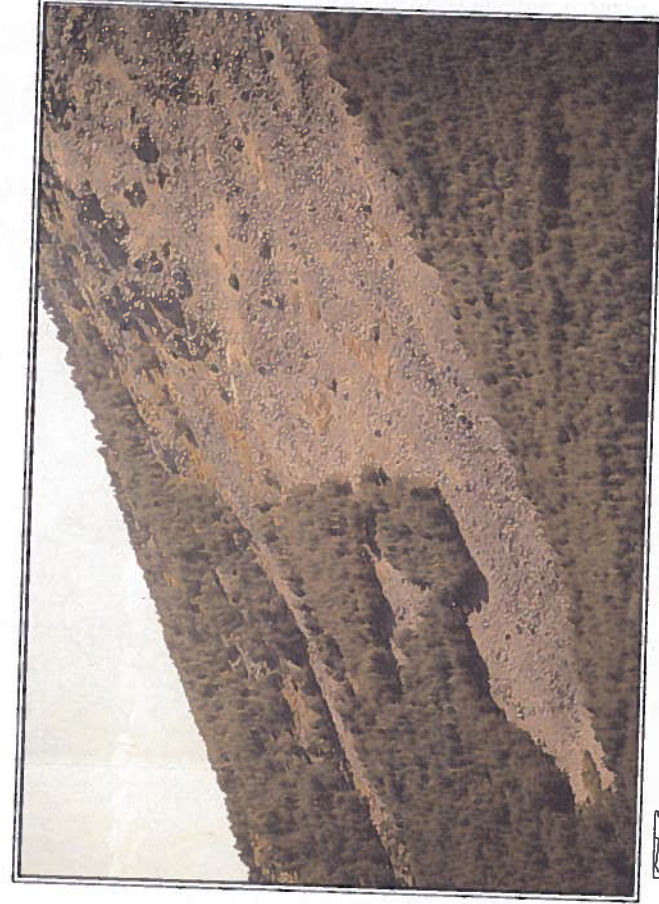
Factores que favorecen los desprendimientos

La caída de bloques afecta a taludes escarpados y los planos de fractura pueden coincidir o no con superficies estructurales (planos de estratificación, planos de esquistosidad). En el caso que no coincida con superficies estructurales pueden ser producidas por tensiones inducidas, de tracción, socavación de la base, diferencias de competencias entre rocas estratificadas, etc. También las condiciones climáticas pueden favorecer los desprendimientos, en tanto en cuanto el agua de precipitación puede actuar mediante la acción de cuña, disolución, etc., incrementando los factores.

Predicción y prevención

La predicción de estos movimientos es sencilla, puesto que la aparición de fracturas tensionales es anterior al movimiento y hay indicios suficientes para prevenirlos. Como normalmente afectan a las obras públicas, la elección de planos de inclinación de talud apropiados que evite el descalce de talud son las soluciones por aplicar; o en su ausencia, la fijación con material sintético y las redes metálicas son soluciones que paliar de alguna forma los efectos.

RIESGOS GEOLOGICOS EXTERNOS. MOVIMIENTOS DE LADERA: AVALANCHAS Y FLUJOS



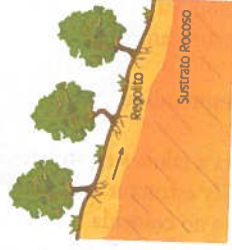
vertiente segoviana de la sierra de Guadarrama. (Sistema Central)



Movimientos de Flujo



Avalancha
Coladas de barro



Reptación



Soliflucción

Riesgos geológicos externos. Movimientos de ladera: avalanchas y flujos

transparencia 100

Movimientos de ladera. Avalanchas y flujos

Las avalanchas son movimientos de ladera que afectan a masas rocosas con génesis diversas: los suelos, fragmentos de rocas que constituyen los regolitos, o rocas normalmente incoherentes que se desplazan en conjunto.

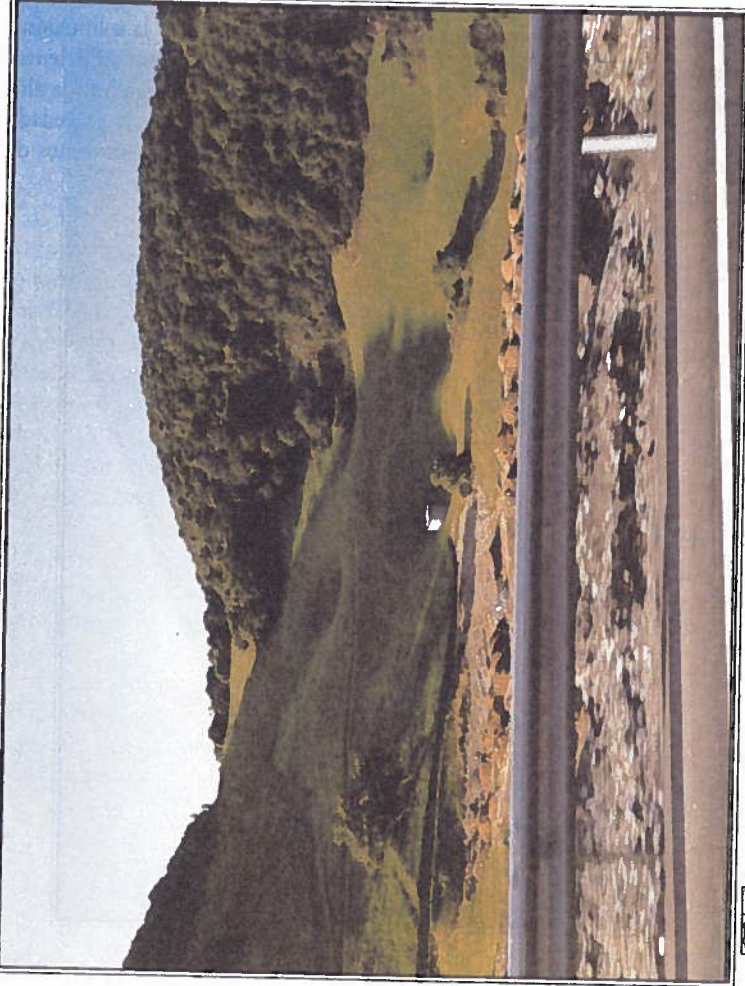
La masa rocosa se mueve con rapidez, favorecida por la presencia de agua en su interior, ya en estado líquido o bien en forma de hielo.

Las avalanchas suelen producirse en zonas montañosas con fuertes pendientes, afectadas por procesos de gelificación.

Los flujos son movimientos de ladera que afectan a materiales no cohesionados, que se mueven con lentitud y que tienen composición diferente, a veces arcillosa (colada de barro), otras mezcladas, derrubios (coladas de derrubios) o de rocas (coladas de fragmentos de rocas).

Dentro de los movimientos de flujo están la reptación y la soliflucción. El primero es un movimiento con un componente de desplazamiento lento y más rápido el segundo. Ambos movimientos se dan en suelos y regolitos de alteración. En su desplazamiento, además de intervenir la pendiente y la gravedad, deben existir causas que favorezcan el movimiento, normalmente mecanismos de hielo-deshielo, en áreas periglaciares.

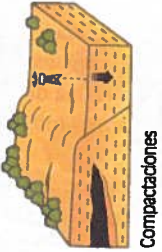
RIESGOS GEOLOGICOS EXTERNOS: COLAPSOS, ARCILLAS EXPANSIVAS, EOLICOS.



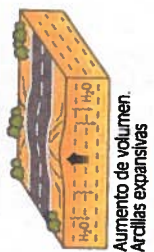
Procesos kársticos en la carretera N-634. Laredo. (Cantabria)



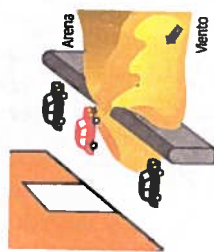
Colapso Gravitacional. Minas



Compactaciones



Aumento de volumen. Arcillas expansivas



Acción eólica

Riesgos geológicos externos: colapsos, arcillas expansivas, eólicos

transparencia 101

Riesgos geológicos externos. Colapsos, Arcillas expansivas, eólicos

Dentro de los riesgos geológicos externos, se consideran aquí los movimientos con una componente en la vertical, generados, no por acción tectónica, sino por hundimientos debidos a procesos naturales propios de la dinámica externa como son: elevaciones-hundimientos asociados a los cambios de volumen por hidratación-deshidratación de determinados materiales rocosos (arcillas normalmente); a las subsidencias por disolución o por extracción de fluidos, etc... y a la acción del viento.

Los colapsos naturales suelen producirse en los macizos karstificables, constituidos por rocas susceptibles de disolución, como son los carbonatos, los yesos y las sales minerales.

Hay en todas estas rocas, procesos de disolución superficial (formas exógenas) que aprovechan las estructuras de fracturación para comunicarse con el interior de la masa rocosa. La disolución que progresa en profundidad, puede favorecer la creación de oquedades, galerías, simas, grutas, etc. (formas endokársticas). Cuando las rocas superficiales pierden la base que las soportan, se colapsan estructuralmente.

Efectos ambientales

Si en superficie existen estructuras antrópicas, como construcciones, obras públicas o carreteras, etc., el riesgo para las mismas es manifiesto. Lo mismo puede suceder si en vez de producirse la disolución en profundidad, se produce la socavación por la excavación para extraer materias minerales o la extracción de los fluidos de las rocas. Existen claras posibilidades de colapsos con los mismos efectos.

Cuando las construcciones se apoyan sobre rocas capaces de modificar su volumen al hidratarse o deshidratarse, en el caso de no tomar las medidas oportunas durante la construcción o de tipo corrector, después pueden sufrir tensiones estructurales que pueden llegar a arruinarlas.

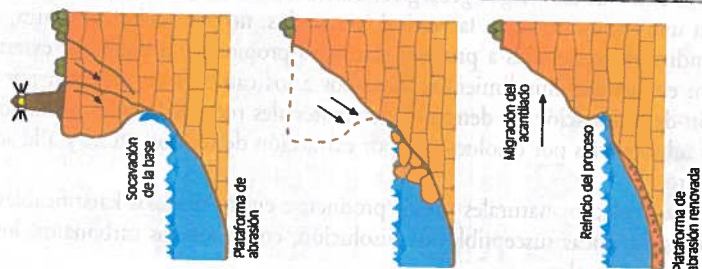
Mención aparte por tener génesis diferente es la acción del viento. El movimiento de grandes volúmenes de arena debido a la deflación eólica, puede llegar a arruinar suelos, enterrar cultivos, o en el caso de encontrar estructuras humanas de otro tipo, afectarlas profundamente.

Indudablemente, los efectos de las dunas se van a acrecentar esencialmente en las zonas litorales, donde hay vientos y arena, para desencadenar el proceso. La estabilidad de las dunas con la vegetación suele ser la fórmula más eficaz para detenerlas, además de un estudio geotécnico que considere las circunstancias.

RIESGOS GEOLOGICOS EXTERNOS. DINAMICA MARINA: ACANTILADOS



Castro Urdiales. (Cantabria)



Riesgos geológicos externos. Dinámica marina: acantilados

transparencia 102

Riesgos geológicos externos. Dinámica marina. Acantilados

El acantilado es una forma de erosión marina que se origina en la interfase Litosfera-Hidrosfera, cuando las rocas que lo constituyen tienen una estructura apropiada, que se opone a la acción marina.

Formalmente, para que se forme un acantilado, las rocas de la costa, de ser sedimentarias, deben disponerse horizontales o con un buzamiento contrario a la dinámica marina. El responsable único es el oleaje que desencadena un conjunto de acciones contra la roca, hasta conseguir desgastarla y romperla.

La primera acción que hay que tener en cuenta es la acción de impacto. El choque de la masa de agua contra las rocas de la costa, ejerce una presión de varios miles de Kg/cm.², que agrieta la roca y la rompe. Pero cuando la masa de agua impacta contra la roca, además del efecto anterior, se produce la compresión del aire que ocupa la porosidad primaria y secundaria. Ese aire comprimido por acción del agua favorece, por introducir tensiones internas, la fractura y el incremento del diaclasado, que no hace más que incrementar la superficie rocosa expuesta a estos y otros efectos de meteorización seguidos de erosión.

Una vez rota la ola, se produce, junto a la debida por la precipitación, un efecto de disolución (meteorización química), que incrementa la alteración del acantilado. Todos estos efectos, primero físicos y después químicos de disolución, lo que hacen es socavar la base del acantilado. Cuando el proceso se acentúa, la masa rocosa del conjunto del acantilado carece de base, de sustento físico que permita una estabilidad duradera, al final se produce un hundimiento, un desprendimiento de rocas que en principio actúa como barrera autoprotectora del acantilado, hasta que la dinámica marina distribuye estas rocas por la renovada plataforma de abrasión, reiniciándose entonces de nuevo el proceso. El resultado final es el retroceso, la migración del acantilado, que puede quedar aislado si existen movimientos eustáticos de descenso del nivel del mar.

Efectos ambientales

El riesgo que esta acción supone para las estructuras humanas es fundamental, debido sobre todo a la construcción en áreas susceptibles de sufrir estas acciones. Un riesgo lento de acción inexorable en el tiempo, que puede acabar por arruinar las estructuras antrópicas.

El conjunto que se muestra (un acantilado donde se ha construido un puente romano, un faro de la Edad Media y una pequeña catedral gótica del siglo XIII-XIV en el puerto de Castro Urdiales -Cantabria-, junto a las construcciones de finales del siglo XIX y principios del XX), está sometido a estas acciones. Comenzar a pensar en las medidas de conservación de las estructuras pertinentes, no vendría nada mal en estos casos.