



TEMA 8

LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS GEOLÓGICOS.

1. NOCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
2. ESTIMACIONES DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
3. LOS IMPACTOS SOBRE LA ATMÓSFERA
 - 3.1 Smog
 - 3.2 Lluvia ácida
 - 3.3 Mal de piedra
 - 3.4 Agujero de Ozono
 - 3.5 Efecto Invernadero
4. IMPACTOS SOBRE LA HIDROSFERA
 - 4.1 Contaminación fluvial
 - 4.2 Contaminación lacustre
 - 4.3 Contaminación de las aguas subterráneas
 - 4.4 Contaminación de las aguas oceánicas
 - 4.5 La lluvia urbana
 - 4.6 Las presas fluviales
 - 4.7 Rectificado y canalización de ríos
 - 4.8 Sobreexplotación de acuíferos
5. LOS IMPACTOS SOBRE LA LITOSFERA
 - 5.1 Concentración de metales pesados
 - 5.2 Erosión del suelo
 - 5.3 Eliminación de residuos sólidos
 - 5.4 Almacenamiento de residuos sólidos
6. LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA
7. BIBLIOGRAFÍA



TEMA 8 LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS GEOLÓGICOS.

1. INTRODUCCIÓN: LA NOCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El término de impacto medioambiental no está del todo claro, ni se entiende totalmente su significado. La palabra **impacto** se ha generalizado por ósmosis del inglés, aunque quizás efecto hubiera sido suficiente. El término **medio ambiente** se presta a múltiples interpretaciones y hay cierta tendencia a ser utilizado por diversos colectivos.

Así, en el ámbito administrativo, la competencia sobre las cuestiones del medio ambiente se ha hecho corresponder a los más variados ministerios (Interior, Agricultura, Obras Públicas, etc) y se le ha dado distintos rangos (Secretarías, Subsecretarías, Dirección general, Instituto, etc)

En el ámbito académico está desarrollándose una nueva titulación, que será de ingeniero o licenciado en ciencias o tecnologías ambientales, aunque hay bastantes dificultades para definirse totalmente.

El ámbito profesional tampoco aporta demasiada claridad. Son muchas las profesiones que se sienten aludidas y que han acudido a manifestar su competencia en la cuestión.

Este panorama no deja de ser expresivo de la confusión, lo mismo conceptual que operativa, existente. En medio de ella, se podrían anotar dos puntos como principales contribuyentes a la falta de definición:

- 1) La identificación exclusiva de alteración del medio ambiente con contaminación.
- 2) El sesgo hacia lo urbano.

Hay que considerar que no existen acciones puntuales sobre el medio, sino que siempre son extensas, trascienden territorialmente el punto de incidencia directa; y tampoco hay acciones individuales, por ejemplo, sobre una especie, sino que éstas trascienden y se extienden a todo el ecosistema.

Así, se puede definir el **impacto ambiental** como el *grado de alteración de un elemento del medio provocado por una actividad humana, ya sea directamente (como la construcción de un embalse o carretera) o indirectamente (como la lluvia ácida provocada por las emisiones contaminantes a la atmósfera).*



2. ESTIMACIONES DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La naturaleza ha sido maltratada secularmente por el hombre en su propio beneficio inmediato, pero en perjuicio, a la larga, de todos; aunque en los últimos años las voces de alerta han sido fundamentales para que la evidencia se extendiese desde un grupo reducido a la opinión pública; ésta es la batalla ganada por los movimientos ecologistas. Una batalla y quizás la guerra, porque posiblemente estemos contemplando un cambio histórico en el planteamiento de las acciones humanas.

Las alteraciones del medio natural están presentes ya en la legislación. La Ley norteamericana pionera en la materia (la famosa NEPA de 1969) ha tenido abundante descendencia por doquier, por ejemplo, en España con el Real Decreto de junio de 1986.

La idea rectora de la realización de las **estimaciones de impactos** es radicalmente constructiva; no se trata de imponer restricciones, sino de impedir disparates, abusos e injusticias y de asegurar los planteamientos que sean verdaderamente óptimos. La clave está en el equilibrio, lo que ha venido a llamarse el **desarrollo sostenido**, en la conciliación de progreso y conservación.

Las estimaciones de impactos ambientales son una herramienta para encontrar ese punto de equilibrio dentro de un planteamiento general, cuyas líneas maestras pueden encontrarse en el documento "La Estrategia Mundial de la Conservación", elaborado hace algunos años por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de sus recursos, con la colaboración de las Naciones Unidas (programa PNUMA) y del Fondo Mundial para la Vida Silvestre.

Las razones por las cuales es necesario adoptar una estrategia son las siguientes:

- a) La destrucción de los recursos y la alteración de los procesos naturales: la tala de bosques, la pérdida de nutrientes que comportan determinados tipos de agricultura, la contaminación, la creciente cantidad de desechos, la desertización, etc.
- b) Los diferentes ritmos de la acción humana y de la naturaleza: lo que aquélla destruye en un instante, sólo puede reconstruirse tras largos plazos de muchos años.
- c) La falta de organización a favor de la conservación.



Los objetivos que la estrategia pretende conseguir están bien definidos y pueden integrarse en tres grandes grupos:

- a) Mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, como la conservación de suelos agrícolas y forestales y de las correspondientes productividades, incluida la ganadera; así como la preservación de ecosistemas complejos en su integridad, tanto en sus aspectos cuantitativos (regadíos, eliminación de zonas húmedas) como en los cualitativos (contaminación)
- b) Preservación de la biodiversidad.
- c) Desarrollo sostenido, en el que es preciso armonizar crecimiento y conservación a la luz de las circunstancias particulares de cada caso.

Las estimaciones de impactos van a consistir en una identificación y posterior evaluación de las alteraciones producidas o que producirá un determinado proyecto. Dichas estimaciones son una herramienta para traducir en hechos la actitud de conservación de la naturaleza; pero en su corta vida han sido ya una fuente de innovación y de enriquecimiento profesional para los proyectistas, y es de esperar que se mantengan y mejoren las condiciones para que sigan siéndolo.

3. LOS IMPACTOS SOBRE LA ATMÓSFERA (ver también temas 11 y 50)

A grandes rasgos, la composición de la atmósfera terrestre se ha mantenido constante al menos durante los últimos 600 millones de años; sin embargo, hay pruebas concluyentes de que la concentración de algunos de sus componentes minoritarios está cambiando aceleradamente desde la época de la Revolución Industrial, concretamente los gases traza. Entre éstos citaremos al **dióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los clorofluorocarburos o halocarburos**.

Causas:

- Combustión del carbón, petróleo y sus derivados: que envían a la atmósfera SO_2 , óxidos de nitrógeno (NO y NO_2) y CO_2 ; cuando la combustión es incompleta, se producen CO , CH_4 y otros hidrocarburos, así como partículas sólidas (hollín, C).
- La quema de bosques tropicales para plantar cosechas libera CH_4 y óxidos de carbono y nitrógeno.
- Fertilizantes y ganadería: emiten grandes cantidades de CH_4 y nitrógeno.



- La radiación solar en las ciudades altera los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno producidos por los vehículos.
- La incineración de residuos sólidos, que se lleva a cabo como solución de emergencia ante el crecimiento imparable de los vertederos, libera productos gaseosos a la atmósfera. Esta solución conlleva un problema y es que algunos gases de la combustión son tóxicos, como el cloro y HCl (por los plásticos). Las modernas incineradoras que trabajan a temperaturas de hasta 1700 °C, son capaces de romper los enlaces de los conjuntos orgánicos hasta descomponerlos en otros inocuos (vapor de agua) o menos perjudiciales (CO₂): además, se puedan aprovechar las altas temperaturas para producción limitada energía; sin embargo, este sistema aparentemente ideal ha sido discutido últimamente por la posible producción de compuestos llamados dioxinas, potencialmente cancerígenas.

Efectos de los vertidos a la atmósfera:

3.1 SMOG O BRUMA FOTOQUÍMICA

Recibe este nombre la mezcla indeseable de gases que se forma en la troposfera cuando la radiación solar actúa sobre las emisiones antropogénicas (sobre todo óxidos de nitrógeno e hidrocarburos procedentes de la combustión de los vehículos) para formar bases reactivos de carácter lesivo para los seres vivos.

El ozono es uno de los principales productos de tales reacciones fotoquímicas y por sí solo produce la irritación de los ojos típica de esta bruma, dificultades respiratorias y daños en la vegetación y las cosechas.

En Europa, la concentración actual de ozono es de 2-4 veces mayor que la de hace un siglo, llegándose incluso a concentraciones diez veces mayores, en algunos casos. Esto puede ser posible debido al fenómeno de la inversión térmica, en el que una masa de aire caliente se instala sobre otra más fría impidiendo que los gases contaminados suban y se dispersen a la alta atmósfera.

Las ciudades situadas en depresiones que impiden la dispersión lateral del aire contaminado (por ejemplo, Santa Cruz de Tenerife) o, en fosas tectónicas (por ejemplo, la ría de Bilbao), son especialmente proclives a las inversiones térmicas.



Como el 80% de los gases que se combinan para formar el smog es producido por los automóviles, se están adoptando ya limitaciones drásticas a la circulación de vehículos, lo que ha reducido sólo ligeramente el problema.

Incluso sin la complicación de las inversiones térmicas, el aire de las grandes zonas urbanizadas está sometido a grandes agresiones, esencialmente por un agravamiento del problema de la circulación. Al mismo tiempo que el transporte de mercancías por carretera se dispara (hasta el 70% del total), también lo hacen los indicadores de la contribución de los vehículos a la contaminación. Esto ha servido de acicate para propuestas de reconducción del tráfico de mercancías en forma más limpia y económica, como el tren y el transporte fluvial.

3.2 LA LLUVIA ÁCIDA

Fue descubierta en 1965, y se consideró como un grave peligro para la salud humana, así como para el resto de la biosfera.

La lluvia ácida se forma como producto secundario en las reacciones atmosféricas que tiene lugar entre los óxidos de nitrógeno, dióxidos de azufre y el radical hidroxilo.



A raíz de estas reacciones se forma ácido nítrico y ácido sulfúrico, muy solubles en agua. Cuando las gotas de agua acidificadas caen a tierra, forman la lluvia ácida.

Como las gotas de agua caen enseguida de la atmósfera, este fenómeno no es un problema global a sino regional o continental. Sin embargo, la lluvia ácida no es el único camino que los ácidos nítrico y sulfúrico siguen desde la troposfera hasta la superficie terrestre, dichos ácidos se pueden depositar también secos en forma de gas o de partículas microscópicas, como nieve o rocío.

Efectos:

- b) la acidificación de los lagos: se produce una bajada del pH hasta valores de cuatro, que disminuye el crecimiento o incluso causa la muerte de los peces y otros organismos, como ha ocurrido en zonas de Canadá y Escandinavia.
- c) La lluvia ácida también puede bajar el pH suelo, lo que aumenta la tasa de lixiviación de los nutrientes contenidos en el y precipita los



compuestos de fósforo, que entonces se vuelven inaccesibles para las raíces de las plantas.

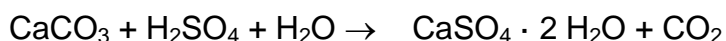
- d) El ácido también afecta directamente al follaje de las plantas, haciéndolas más susceptibles a las enfermedades y a los daños causados por las heladas.
- e) Corrosión de edificios y monumentos por el llamado mal de piedra.
- f) Destrucción de los bosques, por la alteración del equilibrio iónico del suelo: los iones calcio y magnesio disminuyen, mientras que otros potencialmente tóxicos, como el aluminio y manganeso, aumentan.

Soluciones:

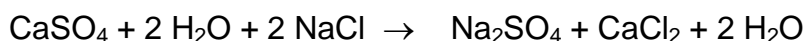
- a) Extracción de los contaminantes nocivos en las emisiones de plantas de energía y automóviles.
- b) Búsqueda de alternativas a la quema de combustibles fósiles
- c) Reducción de la demanda total de energía

3.3 EL MAL DE PIEDRA

Ataca principalmente a las rocas calizas (la esfinge de Gizeh, los monumentos atenienses, las catedrales de León y Santiago, y la Alambra) o con cemento calcáreo (como las arenisca del templo de Debod). La actuación de la lluvia ácida sobre este material produce yeso:



El yeso es rápidamente disuelto o bien, si el monumento está cerca del mar, es atacado por el NaCl traído por el viento, produciéndose sulfatos sódico, que es muy corrosivo:



Algunos productos resultantes de la meteorización de la roca, como por ejemplo, la limonita procedente de la oxidación de los refuerzos metálicos, se hidratan, aumentando de volumen y causando la fragmentación de la misma. Los tratamientos básicos consisten en sanear e impermeabilizar la roca, en general con resinas sintéticas inertes.



3.4 EL AGUJERO DE OZONO

Consiste en una destrucción de la capa de ozono situada en la atmósfera (entre 10:50 kilómetros de altitud)

Causas:

- **Superficie terrestre:** cerca de la superficie de la tierra el ozono es producido por la oxidación fotoquímica del oxígeno molecular en presencia de óxido nitroso (NO_2). Como el óxido nitroso es un producto de la combustión de la nafta, el ozono puede alcanzar niveles elevados en los humos de escape que contaminan las ciudades, particularmente donde la luz solar es fuerte. En Los Ángeles las concentraciones de ozono en la atmósfera a nivel del suelo pueda alcanzar 0,5 ppm, lo que tal vez se ha unas 20-50 veces el nivel normal y esté dañando la salud, los cultivos y la vegetación natural.
- En la **parte superior de la atmósfera**, la estratosfera, la radiación UVA descompone los compuestos clorofluorocarbonados (CFCs), utilizados como propelentes, disolventes y refrigerantes. La descomposición de estos compuestos libera cloro, que destruye al ozono y produce oxígeno, según la siguiente reacción:



- Otro factor que podría influir en la destrucción del ozono es la presencia de **aerosoles de origen volcánico** en la estratosfera, que contienen sulfatos con cierta capacidad de destruir ozono.

Durante su estancia en la estratosfera (que durará al menos 100 años) cada átomo de cloro puede destruir unas 10.000 moléculas de ozono antes desaparecer, en general como nitrato de cloro tras reaccionar con óxidos de nitrógeno. Si la pérdida de ozono se produce precisamente en los polos es porque a temperaturas muy bajas (unos -80°C), los óxidos de nitrógeno que pueden capturar el cloro se inactiva al helarse, formando nubes estratosféricas polares.

Mientras que la pérdida invernal de ozono en el Polo Norte no ha superado su máximo de 1989 (17%), la destrucción sobre la Antártida ha llegado a ser del 50%.



Efectos:

- a) aumentará la incidencia del cáncer de piel, porque el ADN absorbe la radiación ultravioleta entre 280 y 320 nm de longitud de onda y la energía de la radiación absorbida daña estas moléculas (mutación).
- b) La radiación ultravioleta también daña el aparato fotosintético de las plantas y puede causar una reducción de la producción primaria (la base de las cadenas alimentarias de todo el ecosistema); esto, ya se ha observado en los océanos que rodean a la Antártida.

3.5 EL EFECTO INVERNADERO

Cuando la radiación de longitud de onda corta procedente del sol calienta la superficie de la tierra, la superficie irradia energía térmica nuevamente hacia la atmósfera. Gran parte de esta energía, que aparece como radiación infrarroja de longitud de onda larga, es absorbida por el dióxido de carbono en la atmósfera.

A medida que el CO₂ se calienta, su energía térmica vuelve a ser irradiada a longitudes de onda aún más largas. Por lo tanto, el CO₂ forma un manto aislante sobre la superficie de la tierra que deja pasar la luz ultravioleta de longitud de onda corta y la luz visible del sol pero retarda la pérdida de calor, radiación infrarroja de mayor longitud de onda.

El vidrio de los invernaderos funciona sobre la base del mismo principio y, por lo tanto, la función del dióxido de carbono en la atmósfera se conoce como efecto invernadero.

Los gases de invernadero más comunes son:

- CO₂: procedente de la quema de bosques (20%), de la quema de hidrocarburos (20%) y de las centrales térmicas (10%).
- CH₄: procedente del estiércol y los campos de arroz (15%)
- CFCs: producidos por frigoríficos, embalajes y sprays (17%)
- O₃: procedente de los automóviles (12%)
- N₂O: por la descomposición de humus y abonos (5%)



Efectos:

1. aumento de la temperatura

En el pasado remoto la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera fue mucho mayor que durante la experiencia humana reciente y, en consecuencia, la temperatura de la tierra era mucho mayor. Durante la primera parte del Paleozoico, los niveles de CO₂ eran 10-15 veces mayores que en la actualidad; después de cierta variación, los niveles declinaron de forma constante a lo largo de los últimos 100 millones de años, hasta llegar al nivel actual. Durante este lapso la tierra experimentó un enfriamiento gradual que produjo una expansión de las zonas de clima templado y boreal y culminó en la Edad de Hielo del último millón de años. El problema a que nos enfrentamos actual mente no es el que la tierra jamás haya sido tan caliente sino que el clima cambiará tan rápidamente que los sistemas ecológicos, sin mencionar la población humana, no podrán soportarlo.

Se prevé en cambios climáticos importantes, basados en un desplazamiento hacia los polos de las zonas climáticas, lo que desencadenaría a su vez aumentos de la actividad monzónica en continentes como el africano. Todo esto afectaría a España, ya que el sur de Europa sería una zona mucho más seca y con precipitaciones espaciadas y torrenciales, típico de las zonas áridas.

2. Agricultura:

Se originarán problemas de adaptación al cambio térmico; y otros derivados de la distinta tasa de erosión, del cambio de la estructura del suelo y hasta de los tipos de plagas.

3. Aumento del nivel del mar:

Tradicionalmente se ha atribuido a la fusión de los grandes glaciares de casquete, sin embargo, los datos más recientes de los glaciólogos, permiten poner en duda esta idea.

Durante el último siglo se han medido aumentos medios del nivel del mar de algunos milímetros al año; la mayoría de los autores atribuye este aumento a la expansión térmica del agua, lo que permite predecir una elevación de 30 a 60 cm en el próximo siglo. Esto, tendría serias consecuencias para los países de costas bajas y, en todo el mundo los acuíferos costeros se salinizarían y las playas serían destruidas.

Esto último sería muy importante para España, ya que un incremento del nivel del mar en 60 centímetros pondría en peligro 500 kilómetros de nuestro



litoral (incluyendo 1700 poblaciones), que habría de ser protegido con obras cuyo coste rondarían los 5000 millones de dólares.

4. Extinción de parte de la flora y fauna:

La distribución de las poblaciones vegetales y animales están relacionadas con áreas geográficas determinadas y dependen de la dispersión de sus semillas o de sus individuos; por tanto, un desplazamiento de los cinturones climáticos muy brusco, sobrepasaría la capacidad de las plantas y los animales para redistribuirse a sus áreas climáticas y geográficas correspondientes, lo que conllevaría la extinción de los mismos.

Aún teniendo presente la magnitud del problema, el punto de vista más pesimista sobre cambio climático, argumenta que éste no llegará a producirse porque no tendremos petróleo o carbón suficiente para atestar de dióxido de carbono la atmósfera, ya que éstos al ritmo de consumo actual no durarán más de 20 a 40 años.

4. IMPACTOS SOBRE LA HIDROSFERA (ver también temas 12 y 15)

Tradicionalmente la tierra ha sido considerada como un medio de evacuación de los desechos de la humanidad. Hasta no hace mucho tiempo los ciclos biológicos del agua aseguraban la reabsorción de tales desechos, pero en la actualidad a los ríos y mares se arrojan materiales que impiden la oxigenación de las aguas y la repurificación natural de las mismas.

4.1 Contaminación fluvial

Los ríos disuelven continuamente rocas, así se cargan de sales, pero también de materia orgánica y materiales en suspensión. Además, el hombre moderno está acostumbrado a usar los ríos como cloacas y los impurifica. (Se calcula que el sistema fluvial recibe anualmente cuatro toneladas de contaminantes por habitante del planeta).

Los principales residuos que llegan a los ríos son fecales, metales y otros residuos sólidos de industrias y minas, nitratos de las zonas agrarias, fosfatos de los detergentes, compuestos orgánicos de los pesticidas y gran cantidad de materia suspensión producida por la rápida erosión que sigue a las talas masivas.

Aunque los ríos tienen una importante capacidad de autodepuración, gracias a sus microorganismos oxidantes de residuos orgánicos, la contaminación fluvial aumenta progresivamente en los últimos años.



4.2 Contaminación lacustre

Los lagos son muy sensibles a un proceso llamado eutrofización, que consiste en un aumento explosivo de la productividad biológica, normalmente producido cuando al lago llegan importantes cantidades de materia orgánica.

La descomposición microbiana dicha materia consume oxígeno del agua y libera una serie de compuestos, como nitratos y fosfatos. Estos son nutrientes básicos para los vegetales como las algas, que se reproducen masivamente en aguas soleadas cercanas a la superficie. Cuando estas algas mueren, sus restos caen al fondo del lago donde libera nutrientes al descomponerse, y también producen una ligera acidificación del fondo, con lo cual hay una liberación intensiva de metales pesados absorbidos en los sedimentos. En la siguiente estación cálida se produce una nueva proliferación de algas gracias a los nutrientes liberados anteriormente, y así sucesivamente.

Otras formas de contaminación de los lagos son debidas a metales como el mercurio; fosfatos de los detergentes que pueden por sí solos producir el eutrofización; aguas residuales, etc.

4.3 Contaminación de las aguas subterráneas

Este caso es más grave que el de los ríos porque muchas veces no se detecta hasta que el problema es muy serio. El contaminante invade el acuífero por infiltración a través de las rocas, por lo tanto, pasará cierto tiempo entre la introducción del contaminante en el medio y su llegada al acuífero, a excepción de los terrenos kársticos donde el proceso es muy rápido.

Es bastante frecuente que la contaminación de un acuífero se produzca años después de que la industria responsable haya cesado de funcionar, por ejemplo, por productos químicos vertidos en el suelo. Para entonces, el área contaminada puede ser tan grande que su recuperación sea imposible. Además, la autodepuración no se produce en el agua subterránea porque los microorganismos responsables necesitan oxígeno para realizar este proceso.

Las causas de la contaminación pueden ser variadas: filtraciones de aguas residuales usadas en la industria, agricultura o urbanas (emisarios o basureros).

4.4 Contaminación de las aguas oceánicas

Los océanos son contaminados por los ríos, por vertidos intencionados, por accidentes marítimos y por procesos industriales como la minería en la plataforma continental. Su "estado de salud" depende de muchas variables, y



ya es mucho más difícil de diagnosticar y probablemente de remediar que el de un río o un lago.

En los mares con poca circulación de aguas (mediterráneo) la situación ambiental se complica todavía más; en total, más de un millón de toneladas de residuos se vierten cada año en el mediterráneo, cuyas aguas tardan entre 100 y 200 años en renovarse totalmente a través del estrecho de Gibraltar. En algunos casos los **vertidos** secarán en barcazas y se vierten en el océano, lejos de las costas, práctica muy común en Estados Unidos, tanto para basuras como para residuos industriales, hasta los años 80 que fue eliminada por la Agencia de Protección del Medio Ambiente. Sin embargo, siguen existiendo las incineradoras sobre barcos, que eliminan residuos químicos de alta toxicidad, cuya emisión de posibles humos tóxicos está lejos de las poblaciones y es absorbida por el océano.

Otro aspecto grave de la contaminación marina es la **basura flotante**, que ha sufrido un crecimiento exponencial con la llegada de los plásticos a la civilización moderna y con el auge de la navegación turística y deportiva. Por ejemplo, un estudio de 1990 contabilizó 2000 objetos flotantes por km² en la costa mediterránea de España.

Por último un foco importante de contaminación oceánica es el **transporte marítimo de mercancías peligrosas**, como el caso conocido de los petroleros, cuyos accidentes producen las temidas mareas negras de efectos biológicos nefastos (ya que la mancha de petróleo impide la entrada de luz y oxígeno al agua oceánica). Parece que la única solución viable a este grave problema es el aumento de medidas de seguridad, tanto estructurales (petroleros de doble casco) como activas (reglamentos de navegación más estrictos).

En todo caso, las mareas negras no son los peores enemigos de los mares: organizaciones ecologistas recuerdan que sólo el 10% de la contaminación de hidrocarburos proviene de accidentes, el resto son vertidos voluntarios de la limpieza de los petroleros o de las refinerías.

Otros transportes muy peligrosos son los de **sustancias radiactivas**, procedentes de residuos de centrales nucleares

4.5 La lluvia urbana

Las dos formas que el hombre tiene de alterar la superficie continental son la deforestación y la urbanización. No está demostrado que la deforestación disminuya las precipitaciones en una región; pero la urbanización si puede aumentarla, mediante dos mecanismos diferentes: la creación de barreras físicas (grandes edificios) que obligan al aire a ascender; y la



formación de corrientes calientes de aire que fuerzan asimismo la elevación del aire cargado de humedad.

4.6 Las presas fluviales

Una fiebre de construcción de embalses se produjo entre 1900 y 1940, y se reanudó hacia 1950. En estos momentos, la inestabilidad hidrológica por una parte, y el aumento de la población por otra, confluyen para que el fenómeno prosiga sin descanso a pesar de que los mejores emplazamientos ya han sido utilizados.

De los principales impactos causados por las presas, quizás el más importante es el retroceso de los deltas de los ríos represados. Además, las presas se colma tan rápidamente de sedimentos. La contrapartida de esta sedimentación inducida en el vaso de la presa es que aguas debajo de aquélla el río aumenta su capacidad erosiva, ya que tiene menos carga que transporta. Otras secuelas probadas son las variaciones en el nivel freático, inundación de tierras de cultivo, alteraciones en la fauna, concentración de contaminantes, destrucción de tierras agrícolas y evacuación forzosa de los campesinos.

4.7 Rectificado y canalización de ríos

Los impactos derivados de estas prácticas tienen explicaciones sencillas: al rectificar los meandros el río aumenta su pendiente media y, por lo tanto, aumenta su velocidad y gana capacidad erosiva. Además, el aumento de velocidad destruye la vegetación de ribera y cambia drásticamente el hábitat de los peces y otra fauna fluvial, sin contar con la degradación estética del paisaje y el desbordamiento del cauce original (Biescas)

4.8 Sobreexplotación de acuíferos

El agua subterránea es un recurso cada vez más empleado en el mundo y está empezando a agotarse en zonas de Estados Unidos, la India, China y la comunidad europea, con el agravante de que muchos acuíferos sobreexplotados son de recarga nula o casi nula (acuíferos fósiles). Otras veces sí hay posibilidades de recarga, pero esta es insuficiente para compensar las extracciones, como ocurre por ejemplo en las Islas Canarias. Cuando los descensos del nivel freático seden cerca del mar, se produce una intrusión salina; es decir, el agua salada invade los poros dejados libres por el agua extraída. Cada año se salinizan más de un millón de hectáreas en todo el mundo. En España, casi todos los acuíferos de la costa mediterránea están salinizados en mayor o menor grado, al igual que los de las islas Canarias orientales.



Las Tablas de Daimiel es un caso grave de sobreexplotación, ya que esta zona era un humedal de alto valor ecológico, hasta que el descenso continuo del nivel freático, causado por las extracciones de agua para los cultivos de regadío, desecó prácticamente las Tablas.

5. LOS IMPACTOS SOBRE LA LITOSFERA

Algunos de los problemas que afectan a la tierra sólida no son más que variantes de otros ya comentados, como la contaminación de los suelos, la lluvia ácida, la adición de pesticidas, fertilizantes y metales pesados. La única distinción es que la movilidad de los contaminantes es mucho menor en el medio sólido.

5.1 Concentración de metales pesados

Es el mayor problema de los suelos, ya que incluso en bajas concentraciones, el mercurio, el arsénico, el plomo, el cobre, el níquel, el cinc y otros metales pesados son tóxicos para casi todas las formas de vida. Estos metales son introducidos en el ambiente de distintas maneras, principalmente como residuos de minería y refundición de minerales; como productos de desecho de los procesos de fabricación; como funguicidas y a través de la combustión de combustible con plomo. Los efectos de los metales pesados son diversos e incluyen la interferencia sobre la función neurológica en los vertebrados. Los estudios ecológicos realizados han demostrado el movimiento y la concentración de los metales pesados a lo largo de las cadenas alimentarias y la persistencia y la transformación de estos elementos en los ecosistemas.

Dichos efectos pueden ser mitigados hasta cierto punto haciendo chimeneas más altas, que distribuyan los desechos sobre áreas más grandes con concentraciones menores. La resolución del problema finalmente exigirá un cambio en la tecnología de reducción de metales para reducir los subproductos tóxicos.

5.2 Erosión del suelo

Cada segundo es vertido al mar suelo vegetal equivalente al contenido de 50 camiones gigantes. El suelo cultivable que quedaba hoy supone un 12% de la superficie del planeta; con gran esfuerzo podría ponerse producción otro tanto. La superficie vegetal a "per capita" va desapareciendo rápidamente: era de 1,48 hectáreas por habitante en 1990, pero sólo será de 1,29 en el año 2004.



Las causas de este proceso son variadas pero pueden resumirse en una actuación incontrolada que incide sobre un sistema en cascada. Cuando se tala un bosque, se dejará éste, especialmente los cultivos anuales, sin defensas ante la erosión: el impacto más violento de las gotas de lluvia y la pérdida de la capacidad de filtración conduce a una corriente más intensa que se lleva el suelo hacia las cuencas de sedimentación. Los fuegos intencionados o accidentados, y el sobrepastoreo, tienen los mismos efectos.

En España, la erosión de los suelos es un problema muy grave, que afecta a casi la mitad del territorio y de forma aguda a una quinta parte, sobre todo en el Levante y Andalucía. Actualmente están en desarrollo planes de reforestación (2 millones de hectáreas), de estabilización de cursos torrenciales (6 millones de hectáreas) y de conservación de suelos (1,2 millones de hectáreas)

5.3 Eliminación de residuos sólidos

El origen de estos residuos sólidos es diverso:

- Ganadería 39%
- Minería 38%
- Agricultura 14%
- Basura urbana 5%
- Industria 3%

La mayor parte de estos residuos no son tóxicos; sólo son peligrosos una parte de los residuos industriales, y los desechos agrícolas contaminados con plaguicidas. Aún así, el gran problema de estos residuos es que la mayoría no son recogidos para su eliminación o almacenamiento definitivos (vertedos salvajes).

Soluciones:

a) La principal respuesta técnica a este problema ha sido la tendencia a **sustituir los vertederos a cielo abierto por basureros cubiertos y controlados**, en los que la basura se compacta y se cubre al menos una vez al día con una capa de tierra. Cuando el basurero se completa, se añade un nivel más grueso de tierra y se dedica el terreno a otra actividad (por ejemplo, un parque) que no requiera excavar. Un problema de estos diseños es la producción de gases; mientras que un vertedero abierto produce CO_2 y SO_2 principalmente, uno confinado generará sobre todo CH_4 y H_2S , cuya evacuación debe ser prevista. En algunos casos, el metano allegado a aprovecharse como combustible. El problema más serio de los basureros es



que su base no esté impermeabilizada, lo que puede generar problemas de contaminación de acuíferos.

b) Una alternativa al vertido sólido es la **incineración**, que también plantea problemas por la producción de gases tóxicos. Por otra parte, cuando la incineración es masiva, las cenizas también lo son, de forma que su eliminación se convierte su vez en problema.

5.4 Almacenamiento de residuos tóxicos

a) Residuos sólidos:

Su almacenamiento requieren depósitos de seguridad. En ellos, los bidones sellados de residuos se colocaron en cavidades impermeabilizadas con plástico o arcilla compactada y provistas de sistemas de control para poder verificar si el agua freática ha sido contaminada por filtraciones. Por desgracia, existen cada vez más indicios de que ningún emplazamiento es totalmente seguro. Las reacciones químicas en los residuos pueden descomponer el plástico, y el peso de aquéllos puede crear grietas en la arcilla, y nunca es totalmente impermeable, sobre todo a largo plazo.

b) Residuos líquidos:

Es la última tendencia, y consiste en la perforación de pozos de gran profundidad (unos 2000 m) hasta encontrar una roca porosa confinada por otras dos no porosas, muy por debajo del agua freática.

c) Residuos radiactivos:

Es una variante del problema anterior. Para eliminar los residuos de alto grado se han propuesto muchas ideas:

- Lanzarlos al espacio (pero el cohete podría estallar)
- Enterrarlos en hielo (pero éste se mueve o podría fundirse en el futuro)
- Enterrarlos en zonas de subducción (pero esos sedimentos podrían no subducir)
- Enterrarlos en los fondos oceánicos estables
- Enterrarlos en cavernas subterráneas: cavidades en granitos, basaltos masivos, ignimbritas, argilitas y sales. La ventaja de estas dos últimas es que su plasticidad les permitiría sellar por flujo plástico cualquier fractura que rodease el depósito. El que no exista aún en el mundo ningún depósito permanente de



material radiactivo ilustra las dificultades de encontrarse zonas bastante seguras para la basura de la era atómica.

5.5 Destrucción del paisaje

Agresión que lleva muy directamente a la sensibilidad del hombre moderno, que se considera responsable no sólo de la salud sino también de la belleza del planeta.

En todos los países avanzados, cualquier obra que pueda alterar el paisaje incluye un estudio de minimización del impacto visual.

6. LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA

La minería, definida como la actividad de extraer los materiales existentes en la corteza terrestre para su utilización por el hombre, siempre produce un cambio en las condiciones del entorno y, en consecuencia, la generación de unos impactos ambientales.

Estas alteraciones se presentan durante las tres fases a las que una explotación tendrá lugar:

- Trabajos previos e implantación
- Explotación propiamente dicha
- Cese de la explotación y abandono de los trabajos

Además de los impactos ambientales que generalmente tienen un carácter negativo, hay aspectos positivos, especialmente en el entorno social, ya que genera trabajo y riqueza.

Si bien el alcance y gravedad del impacto depende del tipo de minería y del mineral explotado, las alteraciones producidas son universales para toda la minería a cielo abierto y lasa y de varios tipos:

6.1 Impacto atmosférico

Se produce por la emisión de gases (de combustión de la maquinaria, de voladuras, etcétera) y partículas sólidas. En ocasiones, se dan talas de bosques y formación de láminas de agua artificiales que pueden modificar el microclima del entorno.

6.2 Impacto por ruidos y vibraciones

Que se produce por la utilización de explosivos, aunque se pueden paliar grandemente con un buen diseño de la voladura, excepto el ruido que puede ser muy molesto para la fauna.



6.3 Impacto sobre la tierra

Que se traduce en la pérdida de suelo natural, cambios en la morfología y riesgos inducidos sobre los terrenos (peligro de deslizamientos, desprendimientos, agravamiento de inundaciones, etcétera). Asimismo, la contaminación química del suelo debida a la acidez o aumento de metales pesados dan lugar a la falta de crecimiento de la cobertura vegetal, con la consiguiente pérdida del suelo por lluvias torrenciales.

6.4 Impacto sobre las aguas

Que se manifiesta en la contaminación química del propio mineral o de otros acompañantes, y en la contaminación física debido a la rastra de materiales finos. La primera puede afectar tanto a cursos de agua libre como a acuíferos, mientras que la segunda sólo afecta a los primeros.

6.5 Impacto sobre la flora y la fauna

Se manifiesta principalmente en la eliminación de la cubierta vegetal y en la destrucción del hábitat de la fauna, como por ejemplo en las extracciones de grava y arena en cursos de agua con la consiguiente destrucción de la vegetación de ribera. También se puede producir la emisión de polvo, con el efecto pernicioso sobre las plantas. Además, ya se comentó que el ruido es perjudicial para la fauna, que emigran a de su hábitat original.

6.5.1 Impacto paisajístico

La minería determina posibles impactos visuales sobre el paisaje, cuya corrección se realiza mediante elementos artificiales: pantallas arboladas, cordones de suelo vegetal, ubicación de la explotación en lugares ocultos, etcétera.



7. BIBLIOGRAFÍA

- ANGUITA, F. y MORENO, F. *Procesos geológicos externos y Geología ambiental*. Ed. Rueda, 1993
 - BIELZA DE ORY, V. *Geografía general*. Tomo 2. Ed.Taurus, 1984
 - AYALA, J.F y JORDA, J.F. *Geología ambiental*. Publicaciones I.T.G.E. Madrid, 1998
 - RICKLEFS, R.E. *Invitación a la Ecología*. Ed Panamericana, 1998.
 - SENENT, J. *La contaminación. La destrucción del equilibrio ecológico*. Ed.Salvat, 1973
- Investigación y Ciencia. *La gestión del planeta Tierra*. Noviembre, 1983.
- Planeta herido. Extra número verde. El País Semanal. 31 de mayo de 1992.

