

Introducción a la Ecología del Paisaje

Para alumnos de:
Carrera de Ingeniería de Paisajes
Asignatura Ecología del Paisaje

Biól. María Cristina Morláns

Mgter. en Conservación y Gestión del Medio Natural

S.F. del V. de Catamarca, 2005.

CONTENIDO

EL CONCEPTO DE PAISAJE.

COMPONENTES Y DINAMICA DEL PAISAJE.

PRINCIPALES COMPONENTES DEL PAISAJE VISUAL.

EL CONCEPTO DE PAISAJE

Introducción.

Paisaje es un término ambiguo, utilizado en distintos campos del arte y las ciencias: pintores, poetas, arquitectos, geógrafos, geólogos, ecólogos, planificadores, etc. El paisaje, aunque idéntico en el fondo, es diferente en la forma de interpretarlo (Escribano et al, 1991). Aun refiriéndose al mismo hecho y con una única palabra, distintos enfoques aprecian escalas diferentes de la realidad espacial desde aspectos poco convergentes. La consideración multidisciplinar del paisaje ha evolucionado por caminos diferentes y con frecuencia ha sido un diálogo entre sordos (Zoido, 2004)

Etimológicamente, el término **paisaje** procede del latín “pagus” (territorio, campo, distrito, pueblo...). El latín “pagensis” dio en francés “pays”, que derivó luego en “paysage” (relativo al campo, al territorio usado)

Según los diccionarios comunes de la RAE, el paisaje es “la extensión de terreno que se ve desde un sitio” o “la extensión de terreno que se considera en su aspecto artístico”. Desde esta concepción, el término "paisaje" tiene un significado meramente escenográfico, sin apenas otro contenido que sus referentes estéticos. Un paisaje aparece como una evocación pictórica o, más recientemente, una postal o fotografía (o sea, la imagen del paisaje, según González Bernáldez, 1981).

Analizando las partes constitutivas de la definición, resulta que:

“Artístico” significa, siempre según la RAE, perteneciente o relativo a las artes y “Arte” es habilidad para hacer alguna cosa o el conjunto de normas para hacer bien algo.

Haciendo transposición de significados, quedaría que Paisaje es “la extensión de terreno que se considera desde su habilidad para hacer bien algo”, (por ejemplo, producción de bienes y servicios para el ser humano).

Si en lugar del término “artístico” se utilizara el término “estético” (de hermoso aspecto), se tendría que **paisaje** es “una extensión de terreno de bello aspecto que se ve desde un sitio”. De acuerdo a ello, el paisaje no sería más que una percepción simple o estéticamente valorada de una parte del territorio (una realidad subjetiva, o, si se quiere, un sentimiento estético) y no una realidad física, natural y tangible. También supone que sin sujeto observador no hay paisaje y sin normas o criterios estéticos, tampoco. Es decir, supone que sólo hay paisaje cuando la extensión de terreno es especialmente bella o hermosa por ajustarse a criterios estéticos socialmente implantados, compartidos y asumidos por el observador (y que tales criterios estéticos son de validez universal).

La filosofía según la cual la existencia de la realidad material depende de las percepciones sensibles (y por lo tanto lo que no se percibe no existe) data de principios del siglo 18; más concretamente, de 1710, fecha en que G. Berkeley publicó su "Treatise on the Principles of Human Knowledge o, traducido, Tratado sobre los principios del conocimiento humano". En él postulaba que si la materia no es más que una idea fundada en la percepción, no existe como tal por lo que la naturaleza no sería más que un conjunto de ideas. Su teoría fue muy controvertida porque, de hecho, implicaba la inexistencia de Dios (de quien sólo puede tenerse una idea abstracta). Siendo hombre religioso, Berkeley se vio forzado a admitir la existencia real de la naturaleza (independientemente de su existencia como idea en la mente del hombre) e identificó con ella a Dios, logrando con esto ser considerado un blasfemo y un ateo.

El significado científico del paisaje

La ambigüedad de la palabra paisaje no debe llevar a equívocos y parece adecuado diferenciar su significado artístico o vulgar del significado científico, aun cuando todos resulten necesarios para tener una idea más exhaustiva y clara del concepto denominado paisaje.

Desde el punto de vista científico existen numerosas definiciones de paisaje, las que han evolucionado independientemente en un buen número de países, con enfoques diversos y no siempre bajo las mismas directrices, creando con ello una considerable confusión.

La ciencia del paisaje ha tenido su antecedente en los trabajos de Charles Darwin y Alejandro von Humboldt en el siglo XIX. Las geografías rusa y alemana forjaron los elementos básicos de la vertiente física del paisaje. Geógrafos europeos y norteamericanos en la primera mitad del siglo XX continuaron fundando los cimientos de la ciencia del paisaje como disciplina natural; al mismo tiempo se fueron forjando las bases para una visión sociocultural y psicológica del paisaje.

El término Ciencia del Paisaje apareció por primera vez en 1884 para desiertos absolutos o lugares de influencia glacial, de los cuales interesaban exclusivamente los procesos físicos. Es decir, enfocando al paisaje geomorfológico.

En sentido geomorfológico se denomina **paisaje** al aspecto general de una región, determinado por el conjunto de *geoformas* (relieve tallado o construido sobre un sustrato, resultado tanto de la erosión como de la acumulación de sedimentos sobre los relieves emergidos de las áreas continentales). La geoforma comprende todos los elementos vinculados con la morfología de la superficie terrestre (clima, relieve, litología, geomorfología, suelos y cubierta vegetal con su fauna asociada).

Por otro lado, las ciencias directamente relacionadas con el hombre, como la historia, la arqueología, la etnografía o la sociología, se interesan por

el paisaje, no en su acepción natural, sino en aquellos paisajes marcados por las huellas de la actividad humana. Se asume que el paisaje, entendido como entorno natural, fue pre-existente al ser humano y cuando éste aparece en el planeta, encuentra en él una fuente de recursos, pero también un lugar inclemente al que debe modificar, adecuándolo a sus necesidades. De esta manera, el paisaje incluye también la presencia de obras antrópicas cuando ellas existen.

Uniendo ambas concepciones, el relieve (fisiografía) constituye la base sobre la que interactúan otros componentes del paisaje. La cubierta vegetal, la presencia del agua o nieve, la frecuencia e intensidad de los vientos y las precipitaciones y la actividad humana, diferencian un determinado paisaje frente a otros de relieves similares, a la vez que contribuyen a su transformación. Esto es, el paisaje sería el aspecto general de una región, resultante de la modelación efectuada por distintos factores (abióticos, bióticos y antrópicos, si los hubiere) cuya particular historia evolutiva y adaptativa le confiere ciertas peculiaridades.

El paisaje desde la geografía y la ecología.

En 1919 H. Hassinger estableció que la geografía del paisaje como región natural, contaba con un objeto propio. Según él (y aunque la autoecología surge en 1866 y la sinecología en 1877) ninguna otra ciencia distingue las múltiples relaciones que se establecen entre las manifestaciones de la naturaleza viva y la no viva, y con las personas de diferentes estratos sociales que actúan por motivos económicos. Pese al anhelo de Hassinger, el estudio del paisaje como un todo es sumamente reciente.

El término "ecología del paisaje" fue propuesto por Carl Troll en 1938, quien lo justificó de la siguiente manera: *"Los dos conceptos, ecología y paisaje, están relacionados con el entorno del hombre, con la particularmente variada superficie terrestre que éste tiene que usar de manera adecuada para su economía agrícola y forestal con el fin de aprovechar las materias primas, al igual que la explotación minera o la fuerza hidráulica que producen energía para impulsar sus industrias; un entorno natural que el hombre, con sus actividades, transforma siempre de un paisaje natural a un paisaje económica y culturalmente aprovechado"*.

Lo más positivo del encuentro entre ecología y paisaje es que se rompe con la idea de que la intervención humana en el paisaje natural supone **siempre** una brusca alteración de su lógica natural, que indefectiblemente altera su equilibrio secular (lo que llevaría a afirmar que el paisaje natural es un recurso no renovable a escala temporal humana, dejándonos sin esperanza alguna).

Más recientemente, Zonneveld (1984), define el paisaje como: "Una parte de la superficie terrestre reconocible, que resulta y es mantenida por la

mutua actividad de seres vivos y no vivos, incluyendo entre los primeros al hombre" o "Una parte del espacio sobre la superficie terrestre, la cual consiste en un complejo de sistemas, formado por actividad de la roca, del agua, del aire de las plantas, de los animales y el hombre y por su fisonomía constituye una entidad reconocible". En 1988, el mismo autor señala que lo básico de la ecología del paisaje y lo que la diferencia de otras disciplinas, es la suposición de que un espacio específico de un paisaje es una entidad holística, que incluye todos sus componentes heterogéneos, incorporando al hombre como un elemento más del conjunto. El autor señala asimismo que el objeto de estudio de la ecología del paisaje es el "paisaje", correspondiendo éste a la heterogeneidad de un área de tierra compuesta por un grupo de ecosistemas interactuantes, que se repite en forma similar a lo largo del espacio (Forman y Godron, 1986). De esta manera, el paisaje aparece como una unidad jerárquica superior al ecosistema.

El paisaje como mosaico de ecosistemas en diversos grados de transformación y adecuación, ha sido analizado por Hills (1974), Fabos et al. (1980), Klink (1974), Olschowy (1975), McBride (1977), Schreiber (1977), Naveh (1978), Dorney y Hoffman (1979), González (1981) y Zube et al. (1982), entre otros, que no tiene caso discutir aquí.

Etter (1990) precisa aquella definición al explicar el paisaje como: "Una porción del espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisonomía y composición, con patrón de estabilidad temporal resultante de la interacción compleja del clima, las rocas, el agua, el suelo, la flora, la fauna y las actividades humanas, reconocible y diferenciable de otras vecinas de acuerdo con un nivel de análisis (resolución) espacio-temporal"; aquí ya se apunta hacia la determinación de una "unidad de paisaje", tema que será abordado en profundidad cuando se estudien distintos enfoques metodológicos para el estudio del paisaje.

En los albores del presente milenio, la Convención Europea del Paisaje entiende por paisaje: "componente esencial del entorno en el que viven las poblaciones, expresión de diversidad de su común patrimonio cultural, ecológico, social y económico y, a la vez, fundamento de su identidad" Aunque no muy feliz en sus términos, en este concepto subyace la idea de que el paisaje es un elemento esencial del bienestar individual y social, reconociendo los factores que han hecho posible unas determinadas formas del territorio. Además, que es un hecho objetivo y por tanto sujeto a la administración o gobierno como tantos otros aspectos de la realidad

En efecto, actualmente se afirma que cualquier fragmento de la superficie terrestre (fondos oceánicos incluidos), intervenido o no por los humanos, configura un paisaje; es decir, un conjunto de referentes **físicos** y **funcionales**, susceptible de ser considerado como un fenómeno real en sí mismo. El paisaje refleja la realidad ambiental de cada lugar (geológica, climática, edáfica), a la vez que resume y expresa la historia de procesos biológicos y antrópicos que se hayan podido desarrollar en él.

El conjunto de referentes (naturales) físicos y funcionales aparece como condición necesaria y suficiente e incluye paisajes no terrestres, como el paisaje lunar o el paisaje marciano así como paisajes en los que el componente biótico (no antrópico) es tan insignificante que no satisface la definición de ecosistema.

Sin embargo, los paisajes contemporáneos son mayoritariamente paisajes transformados en distintos grados como consecuencia de la actividad milenaria de diferentes formas de organización social humana; por tal motivo y en lo que respecta al planeta Tierra, la consideración de los procesos antrópicos es insoslayable.

El paisaje total.

En este ensayo el marco teórico esencial se desarrolla como una aproximación al análisis del espacio geográfico terrestre y su evolución hacia la conformación de los paisajes, como resultantes de la íntima relación Naturaleza-Sociedad.

Considerando el primigenio espacio geográfico susceptible de llegar a conformar un paisaje, el relieve modelado es, como se dijo, condición no sólo necesaria sino suficiente para satisfacer el concepto de paisaje. La presencia de elementos bióticos y más aun la de elementos antrópicos, podría considerarse accesorio (aunque no invalidante) o bien como una resultante lógica del proceso de evolución perpetua que experimenta el planeta. En el transcurso de dicho proceso, muchas circunstancias ambientales han cambiado drásticamente; la vida se hizo presente a través de numerosas formas diferentes (algunas de las cuales no lograron pasar con éxito el filtro de la selección natural y hoy son sólo registros paleontológicos, mientras que otras se mantuvieron casi sin cambios y otras más evolucionaron hasta las formas actuales) y, con independencia de su forma y función, cada especie ha experimentado las acciones del medio, ha reaccionado a él y ha coaccionado con sus compañeras de hábitat. De esa intrincada maraña de acciones, reacciones y coacciones se deriva una co-evolución entre paisaje y elementos bióticos (ser humano incluido) contribuyendo estos últimos a la transformación del primero.

Puesto que hoy los seres vivos existen, su incorporación como elemento constitutivo del paisaje es obligada, aunque puedan existir paisajes que no los contengan. Del mismo modo, la humanidad organizada y sus acciones (destrucciones y construcciones) se convierte en un elemento de gran significación en el paisaje, particularmente en la velocidad de transformación del mismo y en el sentido del cambio. Tan grande es la influencia antrópica que en el devenir de la historia han surgido paisajes relativamente estables con baja o nula probabilidad de ocurrencia en ausencia del ser humano (como las dehesas, los arrozales o las ciudades).

El paisaje donde se desarrollan las actividades materiales y espirituales de la sociedad humana adquiere el carácter de un espacio estructurado el cual

evoluciona conjuntamente con los procesos sociales. En estos casos, el Hombre se visualiza como el principal factor estructurador del paisaje.

Ya en 1968 Bertand sostenía que “el paisaje no es la simple suma de elementos geográficos separados, sino que es -para una cierta superficie espacial- el resultado de las combinaciones dinámicas, a veces inestables, de elementos físicos, biológicos y antrópicos, que engarzados dialécticamente, hacen del paisaje un cuerpo único, indisociable, en perpetua evolución”.

Dos años más tarde (1970) Relph intentó una conceptualización de la interacción entre la naturaleza y la sociedad a través del tiempo; es decir, el paisaje como algo creado, como una experiencia humana que obtiene significado a través de la intencionalidad de los grupos sociales. Este enfoque toma en cuenta el contexto histórico social en la expresión espacial de las formas socio-económicas. Para González Bernaldez (1981) el concepto integral de paisaje debe incluir las decantaciones de la historia y sus estructuras económicas en los espacios de la geografía. Es decir, la cultura objetivada en el espacio sobre los fundamentos inorgánicos y orgánicos de los escenarios naturales.

De esta manera, el análisis de los espacios socio-naturales (paisajes), debe comprender una visión histórica de la sociedad junto con los procesos naturales que la sustentan, una conformación y evolución de la sociedad con sus distintas etapas de desarrollo y avance tecnológico y, finalmente, una concepción objetiva del mundo y de la vida para interpretar a través de ella los procesos formativos de la ciencia del paisaje. Este planteamiento requiere necesariamente de un enfoque interdisciplinario y una metodología que permita una investigación verdaderamente integrada.

La permanencia, evolución, transformación, cambio y desaparición son eventos resultantes de procesos abióticos y bióticos con dimensión espacio-temporal. La comprensión de las estructuras básicas, los elementos primarios del paisaje, deben entenderse a través de la historia del planeta. Por tanto los paisajes, desde el punto de vista ecológico y biogeográfico, aparecen como entidades naturales, cuyos componentes co-evolucionan desde su misma aparición. De esta manera, el análisis de la dinámica del paisaje debe abarcar varios niveles disciplinares, que permitan conocer tanto el paisaje natural como sus modificaciones surgidas en la creación del paisaje socio-cultural.

La consideración del paisaje como un recurso natural en sí mismo (no como escenario de actividades productivas) y su valoración como tal permiten, sin embargo, un enfoque que apunta a una idea diferente, al concepto de paisaje visual, considerando más la estética y la capacidad de percepción del paisaje de un observador. Así, en vez de hablar de paisaje ecológico se habla de paisaje visual o percibido. Volviendo a la definición del diccionario (porción del territorio visible) se puede interpretar al paisaje como “espacio a una escala visual en la que es posible la apreciación de ciertas formas y detalles de interés para su reproducción y para la intervención transformadora, y respecto del cual

es posible también reconocer los procesos naturales o antrópicos que lo explican".

En síntesis, se pueden reconocer tres enfoques distintos para centrar el término paisaje (SEIA, 2004):

- El paisaje puramente estético, que hace alusión a la armoniosa combinación de las formas y colores del territorio, e incluso a la representación artística de él.
- El paisaje como término ecológico o geográfico, que se refiere al estudio de los sistemas naturales que lo configuran, es decir, la interrelación entre agua, aire, tierra, plantas y animales, a lo que debería agregarse la actividad humana.
- El paisaje como estado cultural, es decir, el escenario resultante de la actividad humana.

Estas tres visiones paralelas, complementarias, entrelazadas, pueden englobarse, sobre la base del interés que despierta en una comunidad y también de su fragilidad, en un único concepto: el **paisaje como patrimonio**.

Karl R. Popper, filósofo austriaco nacionalizado británico planteó la existencia de tres "mundos": el primero, mundo físico o natural; el segundo, el mundo de los sentimientos anímicos, el de las sensaciones personales, de la psique; el tercero, el mundo de las ideas con las que nos representamos la realidad. El paisaje, según nuestra concepción, pertenece a los tres.

Conclusión:

Coincidiendo con Martínez Vega y otros (2003), "el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos concepciones: el paisaje total y el paisaje visual. En la primera, el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio y como un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan. Su aprehensión se realiza como un todo. En la segunda aproximación, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio".

Estos dos enfoques implican aproximaciones distintas:

a) el estudio del paisaje como paisaje visual es eminentemente descriptivo; el paisaje puede considerarse definido por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos visualmente por el hombre (relieve, geoformas predominantes, tipo y estructura de las formaciones vegetales, etc.) pero no explica la evolución y transformación de los paisajes.

b) el estudio del paisaje total es eminentemente funcional. Procura interpretar las múltiples relaciones de interdependencia y supone una integración (análisis

y síntesis) de procesos y factores concurrentes que permiten explicar el paisaje actual y hasta cierto punto predecir el paisaje futuro.

Asimismo, cada enfoque supone impactos diferentes: a nivel de paisaje total, el impacto (positivo o negativo) implica cambios en el carácter o calidad del mismo; a nivel de paisaje visual el impacto se relaciona con los cambios que podrán sufrir las posibles vistas del paisaje y sus efectos sobre al observador.

En este sentido, no hay duda que el estudio tanto descriptivo como funcional del paisaje debería ser un paso previo a cualquier proyecto o actuación que suponga una intervención del hombre, a cualquier decisión que afecte al uso del suelo o a la gestión de los recursos naturales en un espacio geográfico determinado.

Podría afirmarse entonces que la **Ingeniería de Paisajes** es la disciplina que estudia, interpreta y explica al paisaje teniendo como meta su aprovechamiento sustentable, contribuyendo a la toma de decisiones sobre el uso de la tierra a través de actividades de valoración, planificación, ordenación, conservación y remediación.

Por su parte, "Arquitectura del Paisaje" se refiere al resultado de la manipulación consciente del paisaje por parte del proyectista y abarca desde el "paisaje urbano" (en el cual la proporción de lo construido es mayoritaria) hasta sutiles intervenciones en espacios naturales que a base de elementos topográficos y especies vegetales crean una intencionalidad perceptiva, o sea, un paisaje construido (Cerver, Francisco A., 1997).

COMPONENTES Y DINAMICA DEL PAISAJE

1. Componentes

Componente geológico: la tierra, el relieve (llanuras, montañas, colinas...) y la naturaleza del terreno (disposición de los materiales, afloramientos rocosos), el agua en sus diversas expresiones y todo otro elemento abiótico.

Componente biológico: vida vegetal y animal. La fauna tiene menos importancia aunque a veces es un elemento determinante como en el caso de las reservas faunísticas.

Componente antrópico : si bien el hombre es un elemento más de la naturaleza unido a ella por vínculos de dependencia., e indudablemente un componente biótico, las estructuras espaciales debidas a las actuaciones humanas se consideran separadamente dado que su papel en el paisaje es muy activo. Especialmente en los últimos siglos, la tecnología desarrollada permite unas intervenciones sobre el medio imposibles anteriormente, lo que ha aumentado y acelerado los procesos de transformación antrópica de éste, y por lo tanto la evolución de los paisajes.

2. Dinámica:

El paisaje está en permanente evolución como consecuencia de:

- Procesos dinámicos naturales del medio biótico (evolución de la vegetación, colonización, sustitución, etc.) y del medio abiótico (procesos erosivos o sedimentarios, transformaciones de los cursos fluviales, procesos glaciares, etc.)
- Procesos antrópicos: roturaciones, talas, transformación de usos de suelo, instalación de infraestructuras, etc.

Cada uno de los medios citados (biótico, abiótico y antrópico) va a tener diferente peso específico en cada unidad de paisaje, estableciéndose entre ellos una serie de relaciones e interdependencias que dan unidad al conjunto y determinan su evolución. Las dinámicas evolutivas de los procesos indicados se desarrollan según escalas temporales muy diferentes. La dinámica de ciclo largo se puede asimilar a una sucesión ecológica (primaria o secundaria), mientras que las dinámicas de ciclo corto están dadas por perturbaciones localizadas, tales como:

- En el medio abiótico: desprendimientos de ladera, ciertas transformaciones en el medio fluvial, caídas de bloques, etc.
- En el medio biótico: muerte de individuos como consecuencia de desprendimientos, incendios o caída de otros individuos, cambio en poblaciones debido a plagas o enfermedades, etc.

Las dinámicas de ciclo largo en muchas ocasiones tienden a restaurar el equilibrio perdido como consecuencia de una dinámica de ciclo corto o de una intervención humana. Son, por lo tanto procesos autoorganizativos que tienden a llevar el conjunto hacia estadios más estables.

- En el medio abiótico: regularización de laderas, estabilización de cauces fluviales, o costas, etc.
- En el medio biótico: colonización vegetal, sustituciones o cambios en las especies vegetales y animales como consecuencia de un cambio climático, etc.

Las intervenciones antrópicas suelen causar modificaciones de ciclo corto: una tala, una roturación, cambios en la utilización del suelo, incendios provocados, instalación de infraestructuras de comunicación, etc. Estas modificaciones rápidas desatan procesos de adaptación y reorganización del medio natural, tanto biótico como abiótico, en la mayor parte de los casos de ciclo largo: recolonización vegetal en zonas quemadas o taladas, progresiva invasión de las infraestructuras por la vegetación y materiales depositados, estabilización de taludes, etc.

Los procesos, tanto de ciclo largo como corto, de los medios abiótico, biótico y las intervenciones antrópicas, interrelacionan fuertemente entre sí. Así, por ejemplo, un desprendimiento de ladera (proceso de ciclo corto del medio abiótico) puede provocar una destrucción de la cubierta vegetal (ciclo corto del medio biótico) y desatar los procesos de colonización (ciclo largo del medio abiótico). Un incendio provocado (intervención antrópica de ciclo corto) provocará una serie de procesos erosivos y de pérdida de suelo (medio abiótico, ciclo largo) que a su vez influirán sobre la rapidez y eficacia de la revegetación natural (medio biótico, ciclo largo) que dará comienzo tras él.

El paisaje es, en definitiva, una entidad dinámica que evoluciona temporalmente como consecuencia de unos procesos naturales y unas intervenciones antrópicas o por el cese de éstas. Por ello, no ha de considerarse un fenómeno estático susceptible de ser encerrado en una imagen momentánea, sino como algo en permanente evolución.

PRINCIPALES COMPONENTES DEL PAISAJE VISUAL.

Las cualidades visuales intrínsecas del territorio residen en los elementos naturales o artificiales que lo conforman. A estos factores físicos del medio físico y biológico perceptibles a la vista en que puede desagregarse el territorio se les denomina componentes del paisaje y pueden agruparse en:

- La tierra o aspecto exterior de la superficie terrestre: el relieve y formas del terreno (llanuras, colinas, montañas, valles), su disposición, su naturaleza (afloramientos rocosos, suelos desnudos), etc.
- El agua: las formas de agua superficial (mares, ríos, arroyos, lagunas), su disposición, su quietud o movimiento...
- La vegetación: las distintas formas de la vida vegetal (árboles, arbustos, vegetación herbácea) con sus características específicas, su distribución, densidad,....
- Las estructuras o elementos artificiales introducidos por el hombre: las estructuras espaciales creadas por distintos tipos de usos de suelo (huertas, cultivos); las construcciones diversas de carácter puntual (edificios, puentes), lineal (carreteras, líneas de transporte de energía) o superficial (embalses, complejos industriales), etc., con su diseño, materiales, ...

Cada uno de estos factores o componentes aparece diferenciado ante el observador por sus particulares características visuales básicas (forma, línea, color, ...)

La superficie del terreno suele aparecer como elemento que sirve de base o enlace a los restantes componentes aportando formas y condicionando la distribución de espacios.

La vegetación, por su variedad de forma, colorido, distribución y densidad suele ser una gran creadora de texturas.

El agua, ya sea por su sonido, su movimiento, por su alto contraste con el resto de los componentes o por su capacidad de actuar en ocasiones como espejo, reflejando el entorno que la rodea, es un elemento dominante en el paisaje, o al menos importante para su caracterización.

El papel de los elementos artificiales en la escena estará determinado por su escala y su disposición en la misma. Como siempre sucede la presencia de estos elementos no pasará inadvertida por el observador, aunque su tamaño relativo sea pequeño y su posición poco destacada.

Bibliografía consultada.

Bertrand, G. (1968). Paysage et Géographie physique globales. Esquisse methodologique. Revue Géographique des Pyrénées et du Sud - Ouest. T. XXXIX. Toulouse.

Cerver, Francisco A., 1997. Arquitectura del Paisaje Internacional, Edit. Paco Asensio, Barcelona, España.

Escribano M, M de Frutos, E. Iglesias, C Mataix (1991) El Paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid, España. 117 pp.

Etter, A., 1990. Ecología del Paisaje: un marco de integración para los levantamientos rurales. IGAC, Bogotá.

Forman K. y M Godron (1986) Landscape ecology. John Wiley and Sons, New York, New York, USA. 619 pp.

González Bernáldez, F. (1981). Ecología y Paisaje. Blume. Madrid.

González Bernáldez, F. 1985. Invitación a la ecología humana. La adaptación afectiva al entorno. Tecnos S. A., Madrid, España.

Klink, H. J. *Geoecology and Natural Regionalization. Applied Sciences and Development*. Vol. 4. República Federal de Alemania, Institute for Scientific.

Martínez Vega, J., Martín Isabel M. P. y Romero Calcerrada, R. (2003): "Valoración del paisaje en la zona de especial protección de aves carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 1-21. ISSN: 1578-5157.

Molano Barrero, J. 1999. VILLA DE LEIVA. Biblioteca Virtual. Banco de la república. Bogotá, Colombia.

MOPT (1993) Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Series Monográficas, Madrid, España. 809 pp.

MUÑOZ-PEDREROS, A. 2004 - La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista chilena de historia natural. v.77 n.1 Santiago de Chile. ISSN 0716-078X

NAVEH Z (1982) Landscape ecology as an emerging branch of human ecosystem science. En: Maofadyen A & ED Ford (eds) Advances in Ecological Research 12: 191-233. Academic Press, New York, New York, USA.

Ramos A (1979) Planificación física y ecológica: modelos y métodos. Editorial Emesa, Madrid, España. 216 pp.

Relph, E., 1970. An Inquiry into the Relations between Phenomenology and Geography. *Canadian Geographer*, 14: 193-201.

Rodríguez, J.M., 1998. GeoNotas Vol.2 N° 1. ISSN 1415-0646. La Habana, Cuba.

SEIA, 2004: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Gobierno de Chile.

Troll, C. 1963. Über Landschafts-Sukzession. Premisa a: Arbeiten y. Rheinischen Landeskunde 19.

Troppmair, H. Biogeografía natural e meio ambiente. 3ª ed. Rio Claro: Impress. Graff, 1989. 258 p

Zonneveld, I.S. 1988. Landscape ecology and its application. En: Landscape Ecology and Management. Proceedings of the First Symposium of the Canadian Society for Landscape Ecology and Management: University of Guelph, May 1987. Editado por Michael R. Moss. Polyscience Publications Inc. Second Printing.

Zoido, F. Conferencia. Universidad de Sevilla.

Zube EH, JL Sell & JG Taylor (1982) Landscape perception: research, application and theory. *Landscape Planning* 9: 1-33.

ÁREA ECOLOGÍA

Introducción a la Ecología del Paisaje
María Cristina Morláns

URBANIZACIONES

Implican la cementación o consolidación de cientos a miles de has contiguas. Según Morello, “la ciudad es uno de los ecosistemas más profundamente alterados del planeta. Las ciudades viven en permanente *déficit ecológico*. Es decir, la carga de demandas de su población excede la capacidad productiva de su propio territorio y deben usar bienes y servicios de la naturaleza importados de ecosistemas contiguos y distantes”. Como lugar de crecimiento **demográfico**, actividad **comercial** e **industrial**, las ciudades concentran el uso de energía y recursos y la generación de desperdicios al punto en que los sistemas tanto artificiales como naturales se sobrecargan y las capacidades para manejarlos se ven abrumadas. Los impactos de mayor preocupación se encuentran a menudo a escala doméstica y comunitaria y se relacionan con las deficiencias de infraestructura y servicios urbanos.

Los habitantes de las urbes, particularmente los pobres, soportan la mayoría de las condiciones del ambiente deteriorado mediante la pérdida de salud y productividad y la disminución de la calidad de vida.

La urbanización, junto con su inseparable desarrollo industrial, tiene profundos impactos sobre el **ciclo hidrológico** tanto cuantitativa como cualitativamente y la eliminación incorrecta de los desechos urbanos e industriales contribuye al deterioro de la calidad del agua en las fuentes de agua potable de alta calidad.

La impermeabilización de la superficie de la tierra en las áreas urbanas cambia considerablemente la hidrografía del aflujo, resultando en picos más altos e inundaciones más frecuentes, y a menudo se reduce el recargado directo del agua subterránea. Al mismo tiempo, el aflujo urbano es una de las principales fuentes de contaminación no puntual. También puede darse la degradación de las cuencas hidráulicas lejanas de la ciudad, como por ejemplo cuando se construye importantes proyectos de agua potable o energía hidroeléctrica a cientos de kilómetros de distancia, o cuando se trae leña y carbón de tales distancias.

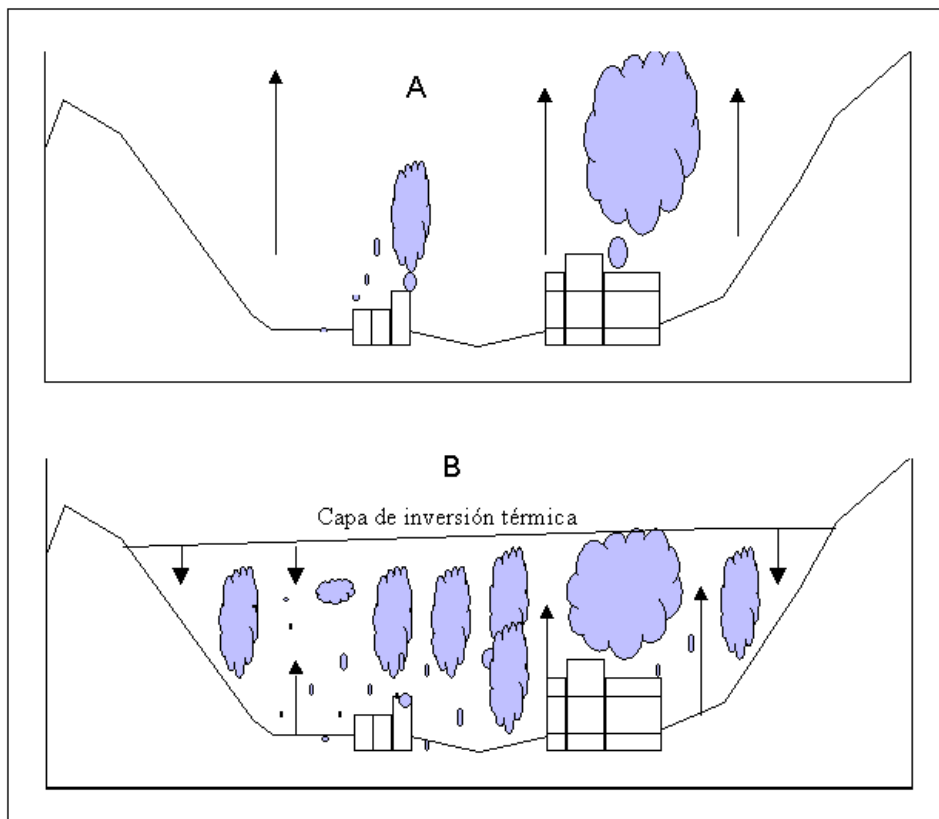
La **contaminación del aire** es un creciente problema en las grandes ciudades con mala ventilación natural e importantes emisiones móviles o estacionarias. En muchas ciudades las condiciones se empeoran año tras año, a medida que aumentan las emisiones industriales y las provenientes del uso de los combustibles.

Las emisiones urbanas representan una parte importante y creciente de los gases de efecto invernadero y los responsables de la destrucción de la capa del ozono.

Las ciudades afectan además el equilibrio natural del calor, pues el que es generado por el uso de energía (incluyendo los automóviles) combinando con el calor diurno atrapado por las estructuras urbanas y la liberación más lenta durante la noche del calor almacenado, crea un efecto de “isla de calor” que puede elevar las temperaturas en la ciudad por 5° a 10° C. En las regiones y temporadas calientes, esta situación es casi invariablemente desfavorable, sumándose a la incomodidad e inclusive aportando a la mortalidad (p.ej. entre los ancianos) al agravar una ola general de calor. Las **inversiones térmicas** son comunes sobre las áreas urbanas, atrapando las emisiones industriales y los productos de la quema de combustibles, y contribuyendo a la formación del nocivo “**smog**” fotoquímico.

Inversión térmica

Normalmente, la temperatura del aire disminuye con la altura, de tal manera que en una atmósfera normal hay una disminución de 0.64 a 1 °C por cada 100 metros por sobre la superficie de la tierra. Este sería el radiante térmico normal, pero bajo determinadas condiciones orográficas y climatológicas este gradiente puede alterarse de tal manera que a una determinada altura la temperatura del aire es superior a la de una altura inferior. El problema que esto crea es impedir la dispersión vertical de los humos y de otros contaminantes enviados a la atmósfera por las industrias, calefacciones, motores de explosión, actividades urbanas etc.



Las causas que determinan la aparición de una inversión térmica son diversas, pero normalmente se deben a alguno de los siguientes procesos

- Superposición de masas de aire que se encuentran a diferentes temperaturas. Un ejemplo característico es el paso de un frente frío o cálido

- Alteración de una masa de aire que originalmente era homogénea, modificándose la estructura vertical de los niveles bajos de la atmósfera. Este caso es debido principalmente al enfriamiento de la superficie de la tierra durante la noche.

IMPACTO AMBIENTAL DE LAS CARRETERAS

Las obras de infraestructura de **transporte** o vías terrestres, como son caminos, carreteras, autopistas o vías férreas y sus obras de cruce y empalmes utilizan áreas importantes en el territorio creando en el entorno **impactos ambientales** importantes.

Los impactos directos de las vías terrestres se dan desde la fase de construcción de las mismas, y durante toda su **vida útil**.

Los impactos más importantes relacionados con la construcción son aquellos que corresponden a la limpieza, nivelación o construcción del piso: pérdida de la capa vegetal, exclusión de otros usos para la tierra; modificación de patrones naturales de drenaje; cambios en la elevación de las **aguas subterráneas**; deslaves, **erosión** y **sedimentación** de **ríos** y **lagos**; degradación del **paisaje** o destrucción de sitios culturales; e interferencia con la movilización de **animales silvestres**, **ganado** y residentes locales. Muchos de estos impactos pueden surgir no sólo en el sitio de

construcción sino también en las pedreras, **canteras** y áreas de almacenamiento de materiales que sirven al proyecto. Adicionalmente, pueden darse impactos ambientales y socioculturales adversos en proyectos tanto de construcción como de mantenimiento, como resultado de la contaminación del aire y del suelo, proveniente de: las plantas de **asfalto**, el polvo y el ruido del equipo de construcción y la **dinamita**; el uso de **pesticidas**, derrame de **combustibles** y **aceites**; la basura; y, en proyectos grandes, la presencia de mano de obra no residente.

Los **impactos directos por el uso** de las vías terrestres dependen de su localización.

Por tratarse de una cinta vial que puede tener desde pocos cientos hasta miles de kilómetros, produce inexorablemente un efecto barrera para la libre interacción de las variables ambientales en su zona de influencia.

En el ambiente de montaña una carretera se construye mediante los denominados cortes en ladera, media ladera y relleno. Los cortes tienden a interrumpir los drenajes superficiales y sub superficiales, produciendo alteraciones al diseño hídrico modelado por la naturaleza durante millones de años. Esa interrupción conduce a desbalances en las áreas de infiltración, red de circulación externa e interna y manantiales. Los rellenos o terraplenes que se construyen para mantener una rasante conducen, cada vez que se afecta un curso de agua, hacia el efecto dique o barrera de los drenajes superficiales que a la larga terminan produciendo las denominadas fallas de borde de la calzada, las cuales a su vez, impactan las variables suelo, vegetación, micro flora y micro fauna.

En un ambiente de llano donde la red de drenaje superficial es muy densa, el efecto barrera es aún más acentuado, conduciendo a la formación de gigantescas lagunas aguas arriba de la carretera dique.

En ambientes boscosos y de selva las variables vegetación y fauna resultan las más afectadas. La riqueza animal se ve afectada porque esta vez el efecto barrera impide la reproducción, la toma de agua y hasta la misma alimentación.

Impactos indirectos

Una amplia gama de impactos indirectos negativos han sido atribuidos a la construcción o mejoramiento de las vías terrestres. Muchas de éstos son principalmente socioculturales. Éstos incluyen: la degradación visual debido a la colocación de carteles a los lados del camino; los impactos de la urbanización no planificada, inducida por el proyecto; la alteración de la tenencia local de tierras debido a la especulación; la construcción de nuevos caminos secundarios, primarios y terciarios; el mayor acceso humano a las [tierras silvestres](#) y otras [áreas naturales](#) y la migración de mano de obra y desplazamiento de las economías de subsistencia.

MINERÍA

Los recursos geológicos son, fundamentalmente, las materias primas minerales y las aguas subterráneas.

Los riesgos a que está expuesto el medio ambiente por los trabajos de reconocimiento, prospección y exploración pueden manifestarse de la manera más diversa. Los impactos que sufre el medio ambiente, en general se van agravando a medida que se pasa del reconocimiento a la prospección y de ésta a la exploración.

Los dos primeros tipos de intervención suelen revestir poca importancia y sus efectos son pasajeros.

Los daños pueden prevenirse o evitarse en gran medida a través de:

- una ejecución cuidadosa de las tareas de exploración (p.ej., evitar el uso de costosos aparatos de gran peso), tomando al mismo tiempo las medidas para la protección del suelo y del agua, medidas de seguridad, recultivo o recuperación de áreas aprovechables, etc.
- la selección meticulosa del emplazamiento así como la de las picadas y caminos de exploración, respetando las condiciones ambientales a los efectos de minimizar los impactos (p.ej., por seccionamiento). Esto también se aplica a la elección del emplazamiento de los campamentos e instalaciones anexas;
- prevención de accidentes (por ej., instalar piletas/ sumideros para la recolección de petróleo, aceites o sustancias químicas).

También pueden limitarse los impactos ambientales a través del reciclado y reutilización de materiales y sustancias.

La minería está ligada siempre a la ubicación del yacimiento, lo cual puede implicar un conflicto de intereses en lo que respecta al uso del terreno (establecimiento o ampliación de una explotación minera, por una parte; uso del terreno para otros fines, por otra). Además, puede darse la necesidad de construir primero la infraestructura requerida para las actividades mineras. Las actividades mineras a cielo abierto difícilmente pueden separarse del procesamiento de las materias extraídas, el cual suele realizarse directamente en el lugar de la extracción.

Según la obtención de recursos naturales, existen dos formas de extracción:

Explotación subterránea. La agresividad de la minería subterránea es, en líneas generales menos grave que la de superficie pero impone condiciones de trabajo muy insalubres.

Explotación superficial o a cielo abierto. Ofrece un mayor impacto en el medio ambiente. En este grupo se incluyen las canteras de materiales para construcción y rocas ornamentales y de áridos para carreteras.

Independientemente del tipo de proyecto, los efectos ambientales de la minería a cielo abierto dependen siempre de la extensión y de la ubicación del terreno explotado, sobre todo en lo que respecta a las condiciones climáticas, regionales y de infraestructura.

Impactos mineros

Los impactos ambientales producidos por las minas se dividen en: impactos sobre la atmósfera, el paisajes, hidrológicos, edáficos, faunísticos y florísticos.

Atmosféricos. Por contaminación por emisión de partículas sólidas, gases y ruidos.

Las partículas sólidas se producen en las aperturas de huecos (voladuras) y transporte de menas y estériles (parte del subsuelo que no contiene material explotable), fundamentalmente. Solamente son molestas para personas con problemas respiratorios y para los árboles. Para paliar este impacto, se debe tener la zona en estado ligeramente húmedo. Para ello se ha de proceder a una revegetación rápida de las zonas que se abandonan las actividades de forma permanente o temporal y la

formación de pantallas arbóreas que capten el polvo en las proximidades de los focos de producción.

Gases, generalmente compuestos de azufre, que se advierten fundamentalmente en las explotaciones abandonadas.

Ruidos, debidos a las voladuras, camiones, tractores, escavadoras, etc. Evidentemente, los que más sufren sus efectos son los propios trabajadores de la cantera, ya que la lejanía de las minas con respecto a los núcleos de población, hace que desde éstos los ruidos sean imperceptibles o que lleguen muy amortiguados por la distancia. Para eliminarlos lo principal es introducir barreras sónicas con pantallas naturales o artificiales.

Sobre el paisaje.

Modificación de las formas naturales del terreno, apareciendo pendientes muy pronunciadas e incluso una gran frecuencia de paredes verticales, así como la destrucción o profunda modificación de la cobertura vegetal.

Cambio de coloración, frecuentemente hacia tonos más rojizos, causados por una más intensa oxidación que la que presentan los suelos de la zona.

El arranque de considerables volúmenes de materiales estériles obliga a la acumulación con la correspondiente ocupación de terrenos y afeamientos del paisaje. Estos materiales son inestables por su falta de cohesión, lo que les expone fácilmente a la erosión y arrastre por las aguas y por el aire.

Las medidas a tomar para la restauración de las formas y colores propios del paisaje es implantando una cobertura vegetal estable, cuando sea muy difícil o imposible por lo accidentado del terreno, son útiles las pantallas arbóreas, enredaderas etc...

Hidrológicos

Las actividades mineras llevan consigo una modificación de los cauces. Producen importantes cambios en el balance de agua entre infiltración y escorrentía debido a la modificación del suelo y vegetación que lleva consigo una mayor capacidad erosiva y que son responsables de los paisajes descarnados y con una morfogénesis específica.

Las escombreras se convierten en peligrosos focos de contaminación para las aguas superficiales y subterráneas, produciéndose pérdida de su calidad por procesos de salinización, alcalinización, incremento de la turbidez, concentraciones anómalas de metales pesados (Al, As, S, etc.) debido a que modifican las condiciones de pH y conductividad de las aguas con su consiguiente influencia sobre la solubilidad de muchos elementos y, especialmente, de los de carácter metálico.

Faunísticos y florísticos

Los impactos más importantes son debidos a la eliminación o alteración de los hábitats de muchas especies, la ruptura de las cadenas tróficas, así como la introducción de sustancias nocivas en la biosfera. Las medidas a tomar pasan por la regeneración de

la calidad de la atmósfera y, sobre todo, de los suelos y aguas de modo que pueda instalarse la vegetación.

Edafológicos.

Es donde los impactos son más notorios. Se producen como consecuencia de la eliminación o modificación profunda del suelo para la explotación.

Los suelos que quedan tras una explotación minera son todo tipo de materiales deteriorados, productos residuales de las extracciones, escombreras de estériles, etc, por lo que presentan graves problemas para el desarrollo de una cubierta vegetal, siendo sus características más notables las siguientes:

- Clase textural desequilibrada. Las operaciones mineras, generalmente producen una selección en el tamaño de las partículas, quedando materiales homométricos. Frecuentemente abundan los materiales gruesos, mayor a los 2 mm.

- Ausencia o baja presencia de estructura edáfica. Se debe a la escasez de componentes coloidales, especialmente de los orgánicos. Dada la carencia de materiales coloidales y la ausencia de actividad biológica, las partículas quedan sueltas o forman paquetes masivos o estratificados.

-Propiedades químicas muy anómalas. Los suelos de mina son medios que pueden presentar situaciones extremas en los principales parámetros químicos. En general se trata de sistemas que han sufrido una oxidación intensa y acelerada (casi todas las reacciones de oxidación son acidificantes), que hacen descender intensamente el pH del suelo (<3).

La presencia de condiciones de acidez crea un ambiente hiperácido e hiperoxidante en el que se produce un intenso ataque de los minerales. Así mismo, aparecen especies iónicas características de estos ambientes que son altamente tóxicas para los organismos acuáticos o terrestres (metales pesados como Al, Fe; Mn; Pb; Cu, Zn). En definitiva, todo ello hace que el medio no sea apto para el desarrollo de los organismos (y por ello muy difícilmente edafizable).

- Escasez o desequilibrio en el contenido de los nutrientes fundamentales, dado que la actividad biológica está fuertemente reducida. Se presentan fuertes carencias de los principales elementos biogénicos: C, N y P.

- Ruptura de los ciclos biogeoquímicos. Debido a que en los procesos mineros se suele eliminar los horizontes superficiales, que son precisamente los biológicamente activos.

- Baja profundidad efectiva. El posible suelo (mejor se diría, protosuelo) tiene un espesor muy limitado.

- Dificultad de enraizamiento. Como consecuencia de la extrema delgadez del suelo las raíces solo pueden desarrollarse en la fina capa superficial.

- Baja capacidad de cambio debido a la ausencia de materia orgánica evolucionada y la escasez de fracción arcilla.

- Baja retención de agua debido a las ausencias de los materiales dotados de propiedades coloidales citados en el punto anterior, y también por efecto de la ausencia de estructura.

- Presencia de compuestos tóxicos, que impiden o cuando menos dificultan la rápida colonización de los depósitos.

Resumiendo, las actividades mineras causan intensas modificaciones en los suelos que conllevan frecuentemente a su total destrucción, dejando los materiales con unas limitaciones tan severas que generalmente se han de tomar medidas correctoras para recuperar, por lo menos en parte, la capacidad productiva.

3 Restauración (lectura complementaria)

3.1 Concepto

La definición de restauración en sentido estricto, implica reproducir las condiciones exactas anteriores a la explotación, después que esta concluya. Debido a que muchos valores son perdidos de manera irreversible (por ejemplo, los minerales extraídos), la

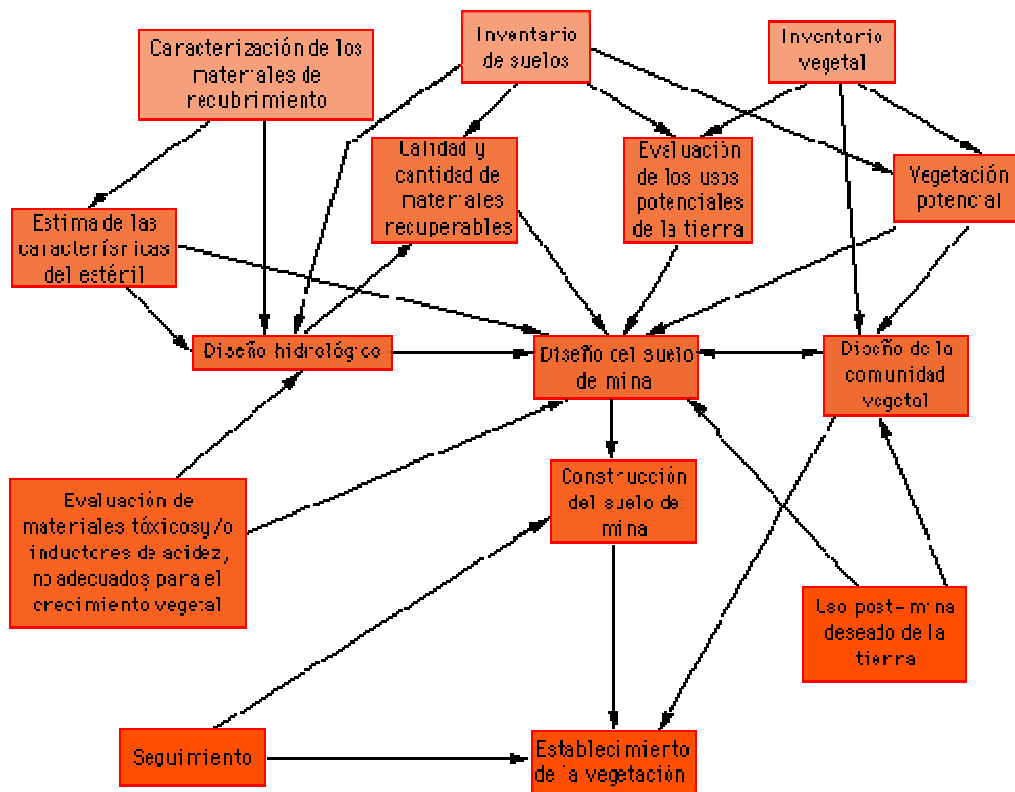
restauración completa es prácticamente imposible. Más realista es contemplar el término restaurar como sinónimo de recuperar o rehabilitar.

- Recuperación. Se trata de que el lugar afectado sea modificado mediante diferentes técnicas, de modo que se vuelva habitable a organismos originalmente presentes en el área, u otros organismos cercanos a los originales.

- Rehabilitación. Es una modificación del espacio minero, de forma que vuelva a ser rentable, para algunos de los tipos de uso aunque sean distintos a los anteriores a la explotación minera.

La restauración incluye todos los aspectos del medio ambiente y engloba a un plan integrado de distintas disciplinas: botánica, edafología, hidrología, geología, etc.

En el siguiente diagrama se reproduce el Modelo de Plan de Restauración según Munshower y Fisher, 1984



El Plan de Restauración debe estar basado en el conocimiento de los impactos existentes, del material a restaurar, así como de todos los elementos o factores naturales y antrópicos que puedan afectar al proceso de restauración

3.2 Proceso de restauración

Una actividad preventiva para conservar el material edáfico es el "capaceo" (Porta, 1994) consiste en retirar la capa de suelo antes de iniciar cualquier excavación, explanación o nivelación, para poderlo sustituir una vez acabadas las obras.

* Eliminar los riesgos de accidentes y de impactos exteriores, lo que implica señalización, corrección de áreas peligrosas (cortes, taludes inestables,...). Construcción de canales perimetrales que desvíen las aguas de arroyos y de escorrentía superficial.

* Control de formas o geometrías. Reducir y/o eliminar los riesgos de erosión, diseño de taludes y pendientes estables, etc.



* Control y tratamiento de aguas. Se debe realizar a través de canales que eliminen el agua rápidamente, disminuyendo su tiempo de residencia en los materiales de la mina y llevándola a los lugares adecuados para su almacenamiento temporal y posterior tratamiento.



Para mejorar la calidad de las aguas y la riqueza y diversidad paisajística y biótica del área restaurada son interesantes las formaciones de pantanales y humedales. Plantas tales como typhas, musgos o juncos pueden vivir en condiciones fisicoquímicas extremas y realizar un importante papel depurador o fijador de sustancias tóxicas. Estos pantanales fomentan la creación de ambientes reductores donde muchos de los problemas derivados de las explotaciones mineras, como la acidez de las aguas y la presencia de concentraciones anómalas de metales, pueden ser controlados por los cambios que se provocan por los procesos redox. El ambiente reductor evita la oxidación de los sulfuros hacia sulfatos, con lo que se evita que aumente la acidez.



En el proceso de oxidación de los sulfuros ejerce un papel preeminente el Thiobacillus ferrooxidans que acelera en gran medida la formación de sulfatos y la consiguiente acidificación del medio.

Si las aguas de mina se incorporan a los recursos superficiales, debe garantizarse su calidad mediante los tratamientos de depuración necesarios y el mantenimiento de un seguimiento de las condiciones ecológicas y de la calidad del agua.

* Restauración de los suelos y la cubierta vegetal. Los suelos de mina, prácticamente materiales originales deteriorados, presentan unas características físicas y fisicoquímicas muy limitantes para el desarrollo de la vegetación, las que se deben corregir mediante técnicas de mejora y fertilización, tales como:

a) Incorporación de residuos orgánicos de todo tipo (estiércoles, composts, biodepositos marinos bajo bateas de mejillón, despojos de mataderos, etc), debido a que incorporan C y otros elementos biogénicos, suministran productos metabolizables para la fauna que comienza a colonizarlos al tiempo que se evita el daño que podrían causar al acumularlos en otros lugares.

b) Introducción de plantas que tengan posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico, como las leguminosas.



c) Cuando las condiciones del medio son extremas, es necesario encontrar las especies adecuadas. En medios fuertemente ácidos especies como Salix, Typha o Juncus, algunos pinos, eucaliptos y acacias (Pinus pinaster, Pinus sylvestris, Acacia malanoxilum, Eucalyptus viminalis) son capaces de prosperar.



Las denominadas “plantas de mina” son capaces de acumular grandes cantidades de metales pesados y por tanto se podría introducir en estos ambientes, entre ellas pueden citarse:

Plantas acumuladoras de metales pesados		
Planta	Elemento	Concentración
Alyssun bertolonii	Ni	10%
Thlaspi calaminare	Zn	10%
Pimelea suter	Cr	1-3%
Crotolaria cobatica	Co	1-3%
Astragalus racemosus	Se	1-3%
Arabis stricta	Sr	1-3%
Uncinta leptostachy	U	1-3%
Becium homblei	Cu	0,1-3%

Betula papyrifera	Hg	0,1-3%
Pinus sibericus	W	0,1-3%
Equisetum arvense	Zn	0,1-3%

Estas medidas, contribuyen a acelerar la disponibilidad de la materia orgánica en el suelo, creación de una estructura estable y el desarrollo de la flora y fauna del mismo.

En las etapas finales de la recuperación los suelos pueden soportar comunidades vegetales menos especializadas.



* Recuperación de las comunidades faunísticas. La fauna representa uno de los principales valores naturales de un espacio y un importante mecanismo de reciclaje de nutrientes.

* Recuperación paisajística. Todas las fases anteriores deben de estar orientadas de modo que se vaya avanzando en el logro de una integración paisajística.



Sin embargo, aunque un espacio no se consiga integrarlo en el paisaje puede tener otros valores que lo hagan más útil para la sociedad. Así las minas pueden tener un alto valor didáctico (como aulas/museo naturales) o canteras de granito con valores ornamentales y paisajísticos (Porriño, Pontevedra). Una alternativa para su recuperación es la rehabilitación como "anfiteatros" (Marbella, Málaga).

Las explotaciones a cielo abierto llegan a abarcar superficies extensas. Además de la mina en sí, las explotaciones incluyen escombreras externas que, en explotaciones profundas en rocas consolidadas (por ejemplo, explotaciones a cielo abierto de menas), llegan a tener grandes dimensiones. A ello se suman los vertederos para los residuos del procesamiento, que en el caso de menas con bajo contenido metálico también requieren una gran superficie, y las superficies de infraestructura (complejos de viviendas para los mineros, suministro de energía, vías de transporte, talleres, oficinas administrativas, plantas de tratamiento, etc.). En vista de que las actividades mineras se realizan necesariamente en el propio yacimiento, su ubicación y dimensiones son el resultado de las características geológicas del depósito y de las rocas encajantes. Dado que la explotación a cielo abierto conlleva una alteración significativa de la corteza terrestre, debe ponderarse a fondo desde un comienzo si la explotación es tolerable en las condiciones dadas.

CONTAMINACIÓN

Cuando un ecosistema es rebasado en su capacidad natural por reducir o absorber el impacto del exceso de energía, calor, residuos sólidos o líquidos, explotación de los recursos naturales o transformación del medio para crear una obra (represa, planta industrial, confinamiento, desarrollo urbano), entonces aparece un factor de daño al que se le denomina "contaminación" o deterioro ambiental.

La contaminación es un cambio no deseado en las características físicas, químicas o biológicas del entorno natural que altera la calidad del ambiente e incide negativamente sobre las características de los recursos naturales renovables.

Si bien la naturaleza tiene una cierta capacidad de autodepuración o biodegradación, el proceso de la vida civilizada crea desechos a una velocidad que supera a aquella, tanto más cuanto más densa es la población que genera tales residuos.

El problema de la contaminación es múltiple y se presenta en formas muy diversas, con asociaciones y sinergismos difíciles de prever. En general, se habla de cuatro tipos básicos de contaminación: contaminaciones físicas (ruidos, infrasonidos, térmica y radioisótopos), químicas (hidrocarburos, detergentes, plásticos, pesticidas, metales pesados, derivados del azufre y del nitrógeno), biológicas (bacterias, hongos, virus, parásitos mayores, introducción de animales y vegetales de otras zonas) y por elementos que dañan la estética (degradación del paisaje y la introducción de industrias). También se habla de contaminación atmosférica, del agua y del suelo o de

la biosfera. Algunos autores incluyen una contaminación sonora, una visual y una por superpoblación.

Contaminantes más comunes:

Clasificación de los contaminantes atmosféricos más importantes y sus principales fuentes:

Contaminante	Fuente
Óxidos de azufre	Combustión del carbón y petróleo <ul style="list-style-type: none"> - Automóviles - Calderas - Centrales térmicas - Explotación minerales de azufre - Fabricación sulfúrico y otros
Sulfuros y mercaptanos	Refinerías Procesos industriales Putrefacción de aguas y basuras Fabricación de papel, pasta etc.
Monóxido de carbono	Combustión incompleta <ul style="list-style-type: none"> - Motores de gasolina - Centrales eléctricas - Acerías - Calefacciones - Humo de cigarrillo
Dióxido de carbono	Combustión productos orgánicos
Hidrocarburos	Combustión Motores de gasolina Evaporación zonas petrolíferas
Ozono	Reacciones fotoquímicas (zonas urbanas)
Óxidos de nitrógenos	Combustión a altas temperaturas <ul style="list-style-type: none"> - Motores de combustión interna (diesel) - Centrales eléctricas - Fabricas de explosivos - Volcanes y tormentas
Mercurio	Minería Evaporación Construcción
Fluoruros	Industrias de cerámicas, abonos. Obtención del aluminio
Polvo	Erosión eólica Terremotos y volcanes Minería Agricultura Industria del cemento

Contaminantes del agua originados por industrias:

Sector industrial	Substancias contaminantes principales
Construcción	Sólidos en suspensión, metales, pH.
Minería	Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica, pH, cianuros.
Energía	Calor, hidrocarburos y productos químicos.
Textil y piel	Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, ácidos acético y fórmico, sólidos en suspensión.
Automoción	Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales.
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.
Siderurgia	Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones, sosas y ácidos.
Química inorgánica	Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, F, Mn, Mo, Pb, Ag, Se, Zn, etc. y los compuestos de todos ellos.
Química orgánica	Organohalogenados, organosilícicos, compuestos cancerígenos y otros que afectan al balance de oxígeno.

Fertilizantes	Nitratos y fosfatos.
Pasta y papel	Sólidos en suspensión y otros que afectan al balance de oxígeno.
Plaguicidas	Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, biocidas, etc.
Fibras químicas	Aceites minerales y otros que afectan al balance de oxígeno.
Pinturas, barnices y tintas	Compuestos organoestámicos, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, etc.

Ingredientes tóxicos en productos de uso cotidiano que contaminan el agua

PRODUCTO	INGREDIENTE	EFEECTO
Limpiadores domésticos	Polvos y limpiadores abrasivos Fosfato de sodio, amoníaco, etanol	Corrosivos, tóxicos e irritantes
Limpiadores con amonio	Amoníaco, etanol	Corrosivos, tóxicos e irritantes
Blanqueadores	Hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio o calcio	Tóxicos y corrosivos
Desinfectantes	Etilen y metilen glicol, hipoclorito de sodio	Tóxicos y corrosivos
Destapacaños	Hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hipoclorito de sodio, ácido clorhídrico, destilados de petróleo	Extremadamente corrosivos y tóxicos
Pulidores de pisos y muebles	Amoníaco, dietilenglicol, destilados de petróleo, nitrobenzeno, nafta y fenoles	Inflamables y tóxicos
Limpiadores y pulidores de metales	Tiourea y ácido sulfúrico	Corrosivos y tóxicos
Limpiadores de hornos	Hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, amoníaco	Corrosivos y tóxicos
Limpiadores inodoros	Ácido oxálico, ácido muriático, para diclorobenceno e hipoclorito de sodio	Corrosivos, tóxicos e irritantes
Limpiadores de alfombras	Naftaleno, percloroetileno, ácido oxálico y dietilenglicol	Corrosivos, tóxicos e irritantes
Productos aerosol en	Hidrocarburos. Inflamables	Tóxicos e irritantes
Pesticidas repelentes de insectos	Organofosfatos, carbamatos y piretinas	Tóxicos y venenosos
Adhesivos	Hidrocarburos	Inflamables e irritantes
Anticongelantes	Etilenglicol	Tóxico

Gasolina	Tetraetilo de plomo	Tóxico e inflamable
Aceite para motor	Hidrocarburos, metales pesados	Tóxico e inflamable
Líquido de transmisión	Hidrocarburos, metales pesados	Tóxico e inflamable
Líquido limpiaparabrisas	Detergentes, metanol	Tóxico
Baterías	Ácido sulfúrico, plomo	Tóxico
Líquido para frenos	Glicoles, éteres	Inflamables
Cera para carrocerías	Naftas	Inflamable e irritante

A los anteriores se debe agregar:

- Dioxinas y PCBs. Las dioxinas se forman por pirolisis de compuestos orgánicos en presencia de compuestos clorados. Los PCBs (bifenilos policlorados) al ser poco volátiles, pueden formar aerosoles que al volver a la superficie terrestre por efecto de la lluvia contaminan el medio afectando a la cadena trófica, creando serias disfunciones entre los organismos que los captan.
- Desechos radiactivos

Problemas principales.

La contaminación es un problema generalmente localizado, relacionado con las concentraciones humanas en pueblos o ciudades y será mayor en las grandes urbes, sobre todo en las industrializadas, que en las pequeñas.

No obstante hay algunas sustancias que, independientemente del sitio en que sean producidas, pueden causar perjuicios a nivel planetario. Un buen ejemplo de éstas son las producidas por radioactividad.

1- A escala local:

Smog fotoquímico. Las grandes urbes están expuestas a procesos de contaminación específicos como consecuencia de las emisiones propias de la ciudad entre las que cabe destacar partículas y aerosoles procedentes de las calderas de calefacciones domésticas y, sobre todo, por las emisiones de los vehículos a motor. Entre los contaminantes propios de este medio están los óxidos de nitrógeno emitidos en la combustión interna de los motores de dichos vehículos (son los principales responsables del "smog", el cual se caracteriza por un nivel relativamente alto de oxidantes que irritan ojos y garganta, ataca a las plantas, produce olores y disminuye la visibilidad. Su origen está en la interacción de la luz solar UV de 0,4 a 0,2 mm con algunos componentes de la atmósfera.). Sustancias susceptibles de ser oxidadas, entre las que se incluyen SO₂ y NO, principalmente, e hidrocarburos constituyen junto a la luz solar gran parte de la contaminación fotoquímica de la atmósfera en las capas inferiores (troposfera). Éstas son emitidas por la industria pesada y por las fuentes móviles.

2- A escala global:

Efecto invernadero: fenómeno asociado al hecho de que ciertos gases presentes en la atmósfera son capaces de almacenar radiación de onda larga, es decir, el calor reflejado por la superficie terrestre, impidiendo su escape hacia el espacio inter-estelar contribuyendo de esta manera al calentamiento global del planeta.

La contribución del CO₂ al calentamiento global supone un 55% del total (repartido entre la deforestación con un 15%, la producción de energía eléctrica con un 11% y otro tipo de fuentes con el 29% restante), mientras el 45% restante se reparte como sigue: el N₂O con un 5%, CH₄ y otros hidrocarburos con un 20% y los CFCs con el 20% restante.

Las tasas de emisión de dióxido de carbono seguirán aumentando los próximos años y por tanto el ciclo del carbono se verá alterado, aumentando, previsiblemente, la concentración de dicho gas en la atmósfera y el riesgo que ello conlleva. De allí la importancia de la retención de CO₂ por parte de la biomasa vegetal, tanto que en la Convención sobre el Clima realizada en Kyoto en 1997 se autorizó la creación de un mercado internacional sobre esquemas de secuestro de Carbono y en algunos países (por ejemplo Costa Rica) existen programas de pago por servicio ambiental a los poseedores de superficies boscosas.

Destrucción de la capa de ozono (por cloro-fluor-carbonos)

La molécula de ozono tiene la particularidad de retener la radiación ultravioleta de longitud de onda comprendida entre 100 y 300 nm (0,1-0,3 μm) en un proceso de destrucción y producción de ozono que mantiene un equilibrio supuestamente estable. Sin embargo la presencia de derivados halogenados (especialmente cloro) pueden llegar a alterarlo, como en el caso de los CFCs (usados hasta hace bien poco como propulsores de aerosoles y en circuitos de refrigeración) y otros derivados halogenados como el bromuro de metilo, ampliamente utilizado en agricultura, los halones, el CCl₄, etc

Lluvias ácidas: El pH de la lluvia es 5,65 (en un medio natural en ausencia de contaminantes) debido a la presencia del CO₂. No obstante, cuando el aire contiene SO_x y NO_x por acción de los fenómenos anteriormente estudiados y en presencia de suficiente humedad, se forman los ácidos HNO₃ y H₂SO₄, responsables del fenómeno aludido. Si predomina el ácido nítrico sobre el sulfúrico, entendemos que las fuentes móviles contribuirán en mayor grado que las fijas a este tipo de contaminación.

Los NO_x y SO_x pueden viajar durante cientos de kilómetros arrastrados por corrientes de aire, en niveles próximos al suelo (inferiores a 2 Km), llegando a provocar lluvias ácidas en zonas muy alejadas. Las lluvias ácidas producen:

- Acidificación de las fuentes naturales del agua, afectando a la fauna acuícola y al plancton.
- Lixiviación de los nutrientes del suelo, afectando a cosechas y bosques.
- Aumento de la corrosión de los materiales

LA CONTAMINACIÓN RADIOACTIVA

Existen en la naturaleza algunas sustancias (poco más de cuarenta) en las cuales la radioactividad se manifiesta espontáneamente; otra fuente de radioactividad está dada por los rayos cósmicos, así llamados porque proceden del cosmos, es decir, de fuera de la Tierra. Esta radioactividad natural constituye lo que se denomina Radiación de Fondo, que varía de 3 a 4 veces en las diversas partes de la biósfera y a la cual los componentes bióticos de los ecosistemas están milenariamente adaptados.

La radioactividad también puede ser inducida (provocada por cuerpos radiactivos al actuar sobre otros que no lo son) o creada artificialmente bombardeando elementos no radiactivos con partículas atómicas aceleradas mediante aparatos especiales (ciclotrones, betatrones, sincrotrones y otros).

Mecánica de la radioactividad.

Para entender la mecánica de la radioactividad hay que recordar que todo cuerpo, sea sólido, líquido o gaseoso, está integrado por átomos, siendo éstos tan diminutos que no pueden ser vistos ni con microscopios.

Cada átomo contiene dentro de sí un núcleo (integrado a su vez por corpúsculos menores) que ocupa un billonésimo de un millonésimo del espacio interior del átomo. Pero tan concentrada está en el núcleo la materia, que si aquel tuviera el tamaño de una gotita de agua su peso sería de dos millones de toneladas.

La radioactividad se produce cuando el núcleo de un átomo se desintegra, proyectando partículas o radiaciones con distinto poder de penetración: algunas son incapaces de atravesar una hoja de papel (rayos alfa), otras logran penetrar unos milímetros en el aluminio (rayos beta) y otras son capaces de atravesar una plancha de plomo de hasta 20 cm de espesor (rayos gamma).

Toda vez que el núcleo de un átomo se desintegra, transforma a éste tan profundamente que lo vuelve un elemento distinto y cuando eso ocurre, se libera una portentosa cantidad de energía.

Para dar una ligera idea del poder energético obtenido, basta señalar que 1 Kg de Carbón al ser quemado proporciona una energía equivalente a 9 kilovatios/hora, mientras que 1 Kg de Uranio puede suministrar 21 millones de kilovatios/hora.

Perdurabilidad de los elementos radioactivos.

Los elementos que emiten radiaciones se denominan radionúclidos o radioisótopos. Cada radioisótopo tiene una velocidad característica de desintegración que es siempre constante y no resulta afectada por factores ambientales, que determina que el tiempo necesario para la desactivación total del elemento en cuestión varíe de pocos segundos a miles de millones de años y permite estimar para cada radioisótopo lo que se llama su "vida media". La vida media de un elemento indica el lapso de tiempo en el cual éste pierde la mitad de su radioactividad.

Como ejemplos, la vida media del Yodo radioactivo es de 8 días; la del calcio, 160 días; la del estroncio, 28 años; la del cesio, 33 años, la del plutonio 24.000 años y la del potasio radioactivo, 1.300 millones de años. La radioactividad del uranio natural tarda 4.500 millones de años en extinguirse y, luego de sucesivas transmutaciones, se convierte en plomo inerte.

Según la intensidad y tipo de radiaciones emitidas, en algunos casos deben transcurrir varios períodos de vida media hasta que la radioactividad descienda a niveles no peligrosos para la biosfera.

Además, la desintegración de los núcleos transforma a los cuerpos, pudiendo ocurrir que un compuesto radioactivo dé lugar, durante su desintegración, a otro que, en ocasiones es más peligroso aún que el progenitor. Tal es el caso del uranio natural que, pasando por Neptunio da lugar al Plutonio (metal nuevo, que no existe en la naturaleza), el cual tiene la sombría distinción de ser considerado "ideal" para las bombas atómicas.

Concentración a lo largo de las cadenas tróficas

Muchos elementos radioactivos son metabolizables; esto significa que pueden ser incorporados al cuerpo de los organismos vivos que así los van concentrando y transfiriendo a quienes se alimentan de ellos, en dosis cada vez más altas.

De los radionúclidos mencionados anteriormente, el Yodo se fija en la tiroides, el Estroncio se metaboliza como el calcio fijándose en los huesos, el Cesio queda fijado en la musculatura y los radioisótopos de Calcio, Potasio, Sodio y otros pueden sustituir en los organismos a los respectivos elementos no radiactivos.

A causa de esta concentración biológica puede ocurrir que dosis inicialmente inocuas liberadas en el medio nos sean devueltas bajo la forma de una concentración letal. Mediciones efectuadas en EEUU en ríos que reciben las aguas residuales de centrales atómicas (aguas que son controladas para que la radiación contenida en ellas se mantenga por debajo de los niveles de peligrosidad) permitieron comprobar que la

radioactividad de las algas es mil veces superior a la del agua; la del plancton resulta diez mil veces superior y los peces que se alimentan de aquel pueden tener de 20 a 30 mil veces más radioactividad que el agua.

Para el caso particular del Fósforo radiactivo, se encontró que su concentración pasa de 1 en el agua a 35 en los invertebrados acuáticos, 7500 en patos y a 200.000 en huevos de éstos últimos. Respecto al Yodo radiactivo (de muy breve vida media) su concentración en tiroides de las liebres americanas es de 500 veces la de la vegetación de la cual ella se alimenta.

Del mismo modo se concentra la radiactividad, particularmente por estroncio y cesio, en la leche de vacas que pastan en sitios próximos a centrales atómicas o que reciben precipitación radiactiva.

Fuentes de adición de radioactividad artificial

Las fuentes responsables de adicionar radioactividad al ambiente, con efectos perjudiciales sobre la biota, el suelo, el aire y el agua son las explosiones atómicas, las plantas de energía nuclear y los desechos o residuos radioactivos.

Eliminación de los residuos

Aunque se han propuesto muchas alternativas de eliminación, ninguna de ellas los elimina en sentido estricto; aún considerando las más fantasiosas (como enviarlos al Sol o al núcleo de la Tierra) todas consisten en ocultarlos y luego, si es posible, olvidarlos.

Una forma de “eliminación” comúnmente practicada consiste en depositarlos en recipientes adecuados (sin que se sepa a ciencia cierta qué es lo adecuado) y enterrarlos en capas geológicas profundas, en minas de sal o hundirlos en el fondo del mar. Respecto a este último método, miembros del grupo ecologista Green Peace denunciaron que muchos de los recipientes estallan al llegar al fondo, liberándose su contenido. Aún cuando aquello no fuera así, reconocidos oceanógrafos han demostrado la existencia de corrientes marinas capaces de agitar las aguas más profundas, de modo que, por más sólido que sea un recipiente, siempre quedarán dudas acerca de soportar durante miles y miles de años las embestidas del agua de mar.

En cuanto a los lugares de enterramiento antes mencionados, presentan el inconveniente de que la gran cantidad de calor engendrada por los desechos puede fundir las paredes de las minas y/o provocar terremotos de cierta magnitud. Además, los lugares aptos no son abundantes, los que existen se llenan pronto y nadie quiere tenerlos en las proximidades de su domicilio.

En cualquier caso siempre hay un peligro adicional por el riesgo de que ocurran accidentes durante el traslado desde el lugar de producción hasta las plantas de tratamiento y desde éstas hacia los lugares de entierro o depósito, así como accidentes en la planta misma.

Efectos de la radiación sobre los seres vivos.

El daño provocado por las radiaciones depende de la dosis (cantidad y tiempo de exposición) de radiación y varía para los distintos grupos biológicos, siendo los mamíferos los más sensibles y los virus y bacterias los más resistentes.

Los efectos pueden manifestarse inmediatamente a la exposición o después de largos períodos, según las dosis de radiación sean elevadas o bajas.

Para el ser humano las zonas más sensibles son los ojos, las glándulas sexuales y órganos hematopoyéticos (los glóbulos blancos parecen ser las “presas” favoritas de la radiación), la glándula tiroides, huesos y piel que, en ese orden, sufren alteraciones con dosis crecientes de radiación.

La exposición a radiaciones a niveles relativamente bajos pero durante mucho tiempo puede provocar cataratas, desórdenes en el mecanismo de la coagulación y anemias; también puede haber una disminución de la inmunidad a las enfermedades y un envejecimiento prematuro del organismo.

Dosis mayores conducen al desarrollo de leucemia, cáncer de la piel y otras neoplasias y a una disminución de la fertilidad o aún a la esterilidad.

Las alteraciones genéticas o mutaciones parecen directamente proporcionales a las dosis de radiaciones recibidas, aún a niveles muy bajos pues son acumulativas; el daño producido por las radiaciones en la descendencia puede permanecer sin manifestarse durante varias generaciones.

Bibliografía consultada.

[/edafoologia.ugr.es/conta/tema16/rest.htm](http://edafoologia.ugr.es/conta/tema16/rest.htm)

Morláns, M.C. La contaminación ambiental I. Diario El Ancasti - Sección: Ecología y Ambiente Humano. 12 de agosto de 1989.

Morláns, M.C. La contaminación ambiental II. Diario El Ancasti - Sección: Ecología y Ambiente Humano. 19 de agosto de 1989.

Morláns, M.C. La contaminación ambiental III. Diario El Ancasti - Sección: Ecología y Ambiente Humano. 26 de agosto de 1989.

Morláns, M.C. La contaminación ambiental IV. Diario El Ancasti - Sección: Ecología y Ambiente Humano. 3 de setiembre de 1989.

WIKIPEDIA

ww.fortunecity.es/expertos/profesor/171/atmosfera.html#Inversión%20térmica

w1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/120ProcC.htm

w.sagan-gea.org/hojared_AGUA/paginas/17agua.html

[\(w.uacj.mx/publicaciones/sf/num11-12/reusagua.html\)](http://(w.uacj.mx/publicaciones/sf/num11-12/reusagua.html))