

Tema N° 6

La erosión: generalidades. Los fenómenos de erosión. Agentes, procesos y sistemas de erosión. Biostasia y rexistasia. La naturaleza de la erosión. La noción de sistema morfogenético. El hombre como agente de erosión.

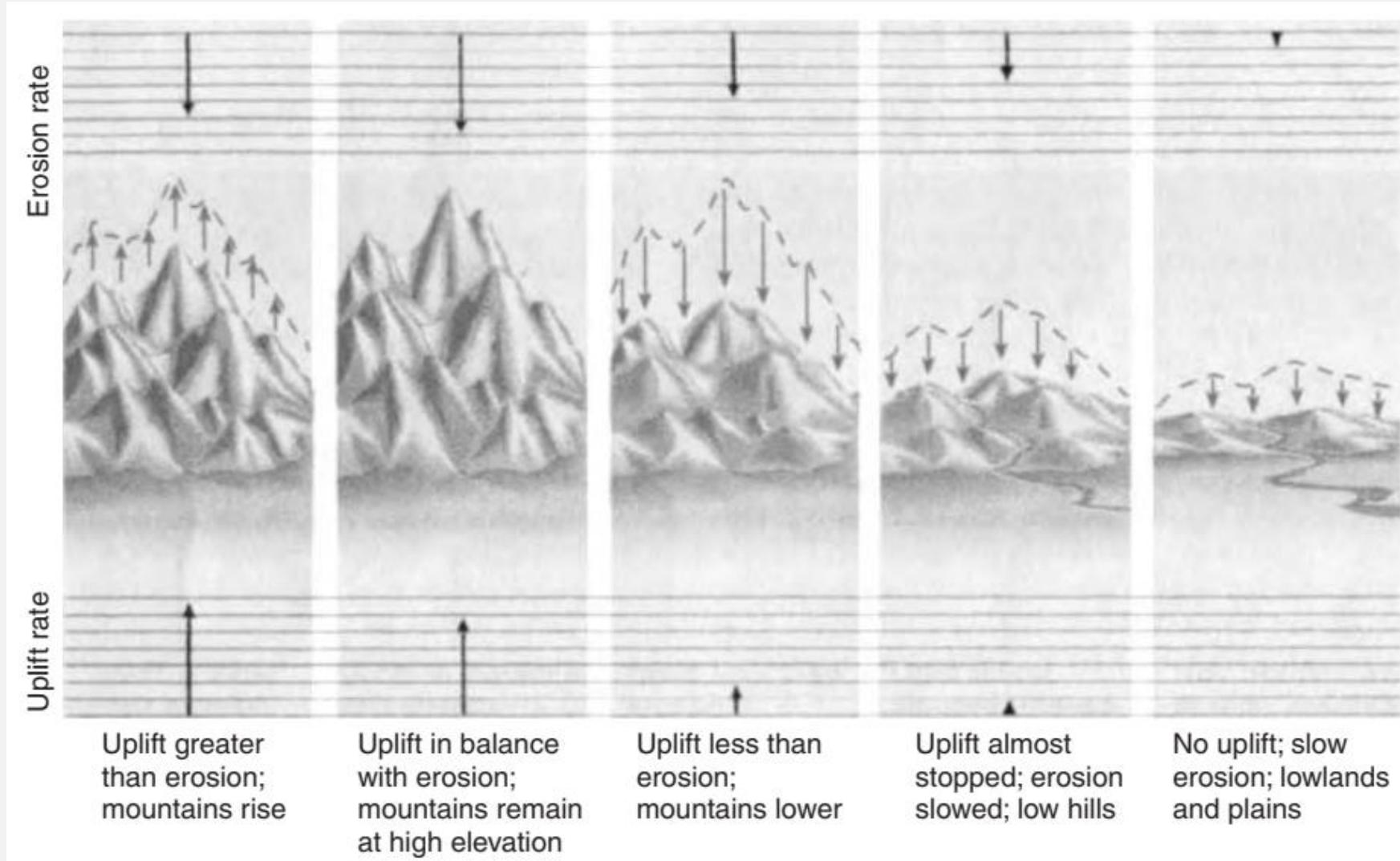
EROSIÓN

Definición: En general, el término erosión (del latín *erodere*, roer) se utiliza a menudo para indicar el proceso o conjunto de procesos exógenos dirigidos a nivelar el relieve terrestre, en contraste con los procesos endógenos antagonistas (movimientos de la corteza y vulcanismo) que lo construyen. En este sentido tan amplio, la erosión incluye la adquisición de materiales de las zonas más elevadas, que luego serán trasladados de un lugar a otro (transporte) y posteriormente dejados en las tierras bajas (deposición).

En realidad, la opinión de todos los científicos es que la erosión no puede incluir la deposición. De hecho, en un lenguaje más técnico, el término erosión suele excluir los procesos por los que los materiales transportados se depositan. En el más amplio y común de los sentidos *la erosión incluye todos los procesos exógenos, excluidos los procesos de meteorización y los movimientos de masas, que implican el arrastre de materiales meteorizados sueltos por un agente móvil, es decir, la remoción de partículas del lecho rocoso por el impacto de materiales transportados, el desgaste mutuo de fragmentos de roca en tránsito y el transporte de materiales adquiridos a través del lecho rocoso* (Thornbury 1954).

Desgaste del suelo por la acción de los agentes externos e implica el comienzo del transporte de los materiales erosionados. Su diferencia fundamental de la meteorización, es que si que implica una separación directa de las propiedades sólidas de la roca inicial con un transporte posterior a corto plazo. Por ejemplo, la arena del desierto es material erosionado, pero una roca con quiebres es un material meteorizado.

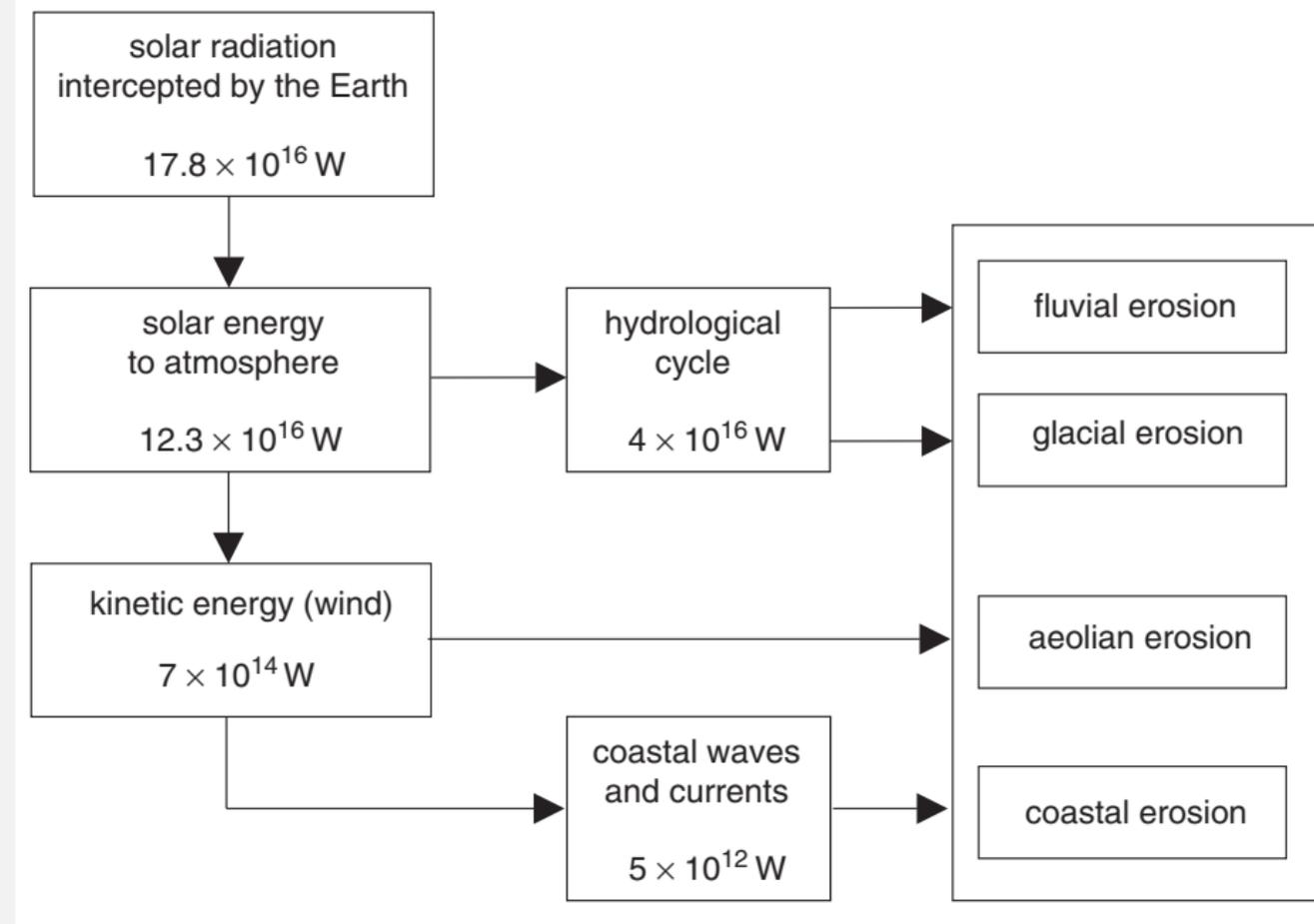
Sistema de erosión: conjunto de procesos exógenos modeladores del relieve, propios de un medio natural determinado, que provocan la disección y, finalmente, la nivelación del relieve terrestre.



Proceso de retroalimentación negativa que relaciona el levantamiento, la erosión y la elevación de las montañas. (From Press and Siever 1994: 364, modified). Fuente: Goudie (2006).

Agentes y procesos erosivos

Los procesos erosivos son llevados a cabo por *agentes móviles* que obtienen su energía de la radiación solar y actúan de una o varias formas, impulsados constantemente por la fuerza de la gravedad. Los principales agentes erosivos son el **agua corriente**, **los glaciares**, **el viento** y **las olas marinas**. En algunos casos éstos completan un mismo proceso, en otros se lleva a cabo un proceso determinado mediante un agente distinto que actúa según sus peculiaridades físicas. Además de los agentes naturales citados, el **ser humano** también debe considerarse un importante agente erosivo. Hoy en día las actividades antropogénicas están tan extendidas y son tan marcadas que modifican profundamente la superficie terrestre, a menudo de forma irreversible.



Origen y flujo de la energía disponible para los distintos tipos de procesos erosivos. (De Summerfield 1991: 21, simplificado y modificado). Fuente: Goudie (2006).

Los procesos más comunes llevados a cabo por los agentes erosivos naturales se muestran en la Tabla de abajo. El arrastre de partículas rocosas por agentes erosivos puede ser tanto *químico* como *mecánico*. La primera acción (**corrosión**) *implica el trabajo de un disolvente y por lo tanto se realiza típicamente por agua corriente u olas*; es menos importante que la acción mecánica. La eliminación mecánica se realiza con diferentes modalidades, en función del agente erosivo. La acción hidráulica procede de la presión y fuerza hidráulica del agua fluyente o de las olas del mar que permiten la captación de partículas rocosas.

Erosional Agent	Erosional processes			
	Entrainment of rocky materials	Erosion by transported materials	Wear of transported materials	Methods of transportation
<i>Running water</i>	Hydraulic action (Corrosion)	Abrasion	Attrition	Traction Suspension Solution
<i>Glacier</i>	Plucking or quarrying	Abrasion	Attrition	Traction
<i>Wind</i>	Deflation	Corrosion or abrasion	Attrition	Traction Suspension
<i>Waves and currents</i>	Hydraulic action (Corrosion)	Abrasion	Attrition	Traction Suspension (Solution)

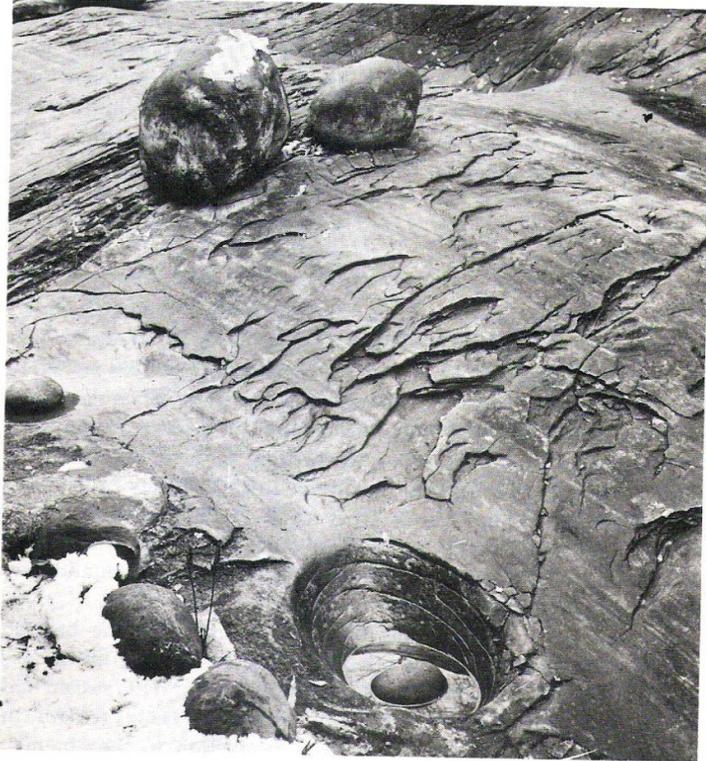
Agentes erosivos y sus procesos erosivos más relevantes. Nota: los procesos menos erosivos se encuentran entre paréntesis. From Thornbury (1954: 47, modified). Fuente: Goudie (2006).

La **cavitación** es un proceso particular operado por el agua corriente. agua corriente; aún está poco documentado y representaría un mecanismo a través del cual la acción hidráulica tiene un papel directo en la rotura del lecho rocoso. Este proceso se produce cuando un aumento de la velocidad del flujo y la consiguiente disminución de presión provocan la formación de burbujas que implosionan emitiendo chorros de agua capaces de fracturar rocas sólidas.

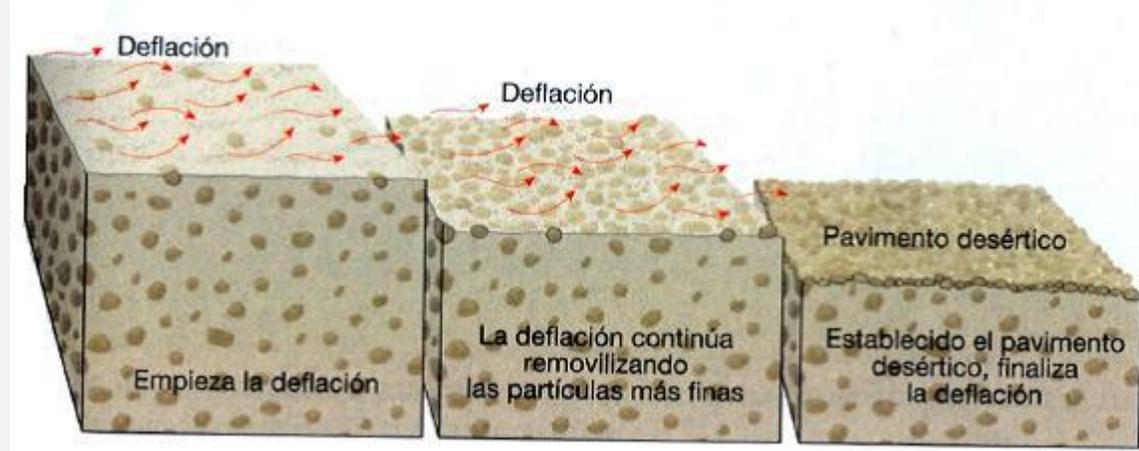
En movimiento el hielo adquiere materiales por **arrancamiento (o extracción)**; mediante este proceso los glaciares que avanzan pueden retirar grandes fragmentos rocosos ya desprendidos del lecho rocoso por la congelación del agua que circula por el interior de las grietas. La **sobre-excavación** es el proceso por el que los glaciares erosionan hasta niveles inferiores al nivel básico regional relacionado con los sistemas fluviales; sin embargo, sería más correcto considerarla como uno de los efectos de la erosión glaciar más que un proceso erosivo (Castiglioni 1979). La **acción turbulenta del viento** es responsable de la **deflación** y produce efectos similares a los derivados de acción hidráulica de las aguas.

La erosión producida por los materiales transportados (denominada **abrasión**) se debe a las continuas colisiones y fricciones de las partículas en tránsito sobre el lecho rocoso. Todos los agentes erosivos móviles llevan a cabo este proceso. La abrasión debida al agua corriente es operada por materiales sólidos de cualquier tamaño (hasta grandes cantos rodados, dependiendo de la velocidad del flujo) que pueden ser transportados como *bedload* por el flujo de agua. Las olas rompientes que lanzan partículas sólidas contra la orilla ejercen el mismo efecto abrasivo. La **evorsión** es un tipo particular de abrasión debida a la acción del agua corriente. Está causada por la acción erosiva de los vórtices y remolinos sobre los lechos rocosos de las corrientes. Cuando un remolino estacionario hace girar un guijarro, se produce un pequeño hueco; este proceso conduce a la formación de **huecos de evorsión** (*pot-holes*), que contribuyen a la profundización del valle.

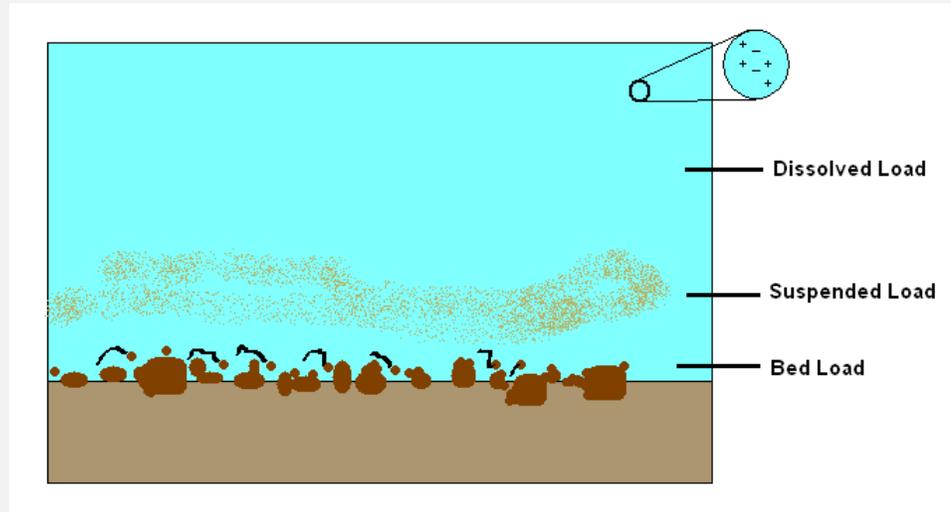
t-ck



“Marmitas de Gigantes”. Geofomas originadas por evorsión: erosión por el roce de materiales gruesos que quedan atrapados en los remolinos, y al ir rotando en el lugar van desgastando el material del fondo en modo casi perfectamente circular.



Evolución del proceso de deflación causada por erosión eólica.



Erosión fluvial en el fondo del lecho. Generación de un bedload.

En los ambientes glaciares, la abrasión es la fricción producida en el lecho rocoso por los detritos arrastrados en las partes basales de los glaciares; en su acepción más amplia puede incluir la **estriación**, es decir, el rayado y pulido del lecho rocoso que reduce la rugosidad de la superficie de la roca. La abrasión eólica se deriva de los impactos repetidos de granos de arena, partículas de limo y polvo sobre las superficies rocosas; se denomina más propiamente **corrasión**.

El desgaste de las partículas sólidas transportadas (**atrición**) se produce a través de repetidos y recíprocos choques y colisiones entre los materiales en tránsito: el resultado es una disminución progresiva del tamaño de las partículas. Al mismo tiempo, las partículas rocosas tienden a adoptar formas particulares, dependiendo de los distintos modos en que cada agente realiza el transporte.

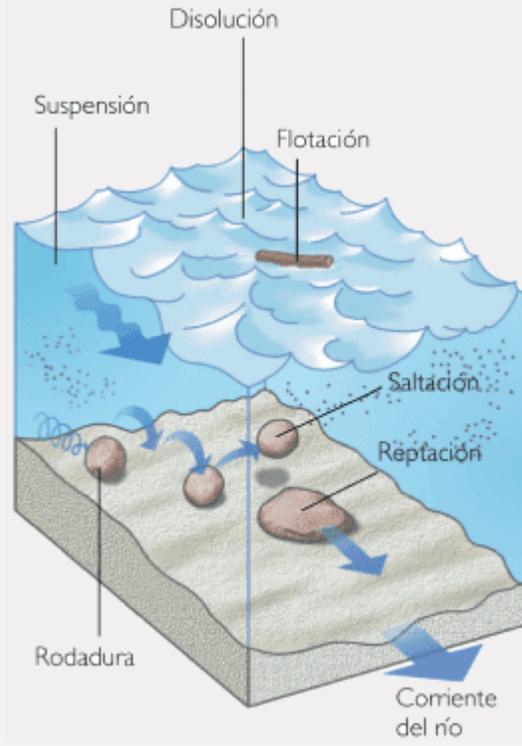
Los agentes móviles realizan el transporte de tres formas distintas. La tracción consiste en el **rodamiento, deslizamiento, empuje o salto** (en cuyo caso **saltación** es el término específico) de partículas transportadas que son arrastradas por una superficie inferior o inmediatamente superior. La **suspensión** es un modo de transporte por el agua y el viento; implica la retención de las partículas transportadas por las corrientes ascendentes que se desarrollan en las turbulencias de flujos turbulentos como los del agua corriente y aire en movimiento.

Los procesos erosivos dan lugar a formas erosivas distintivas; además, cada agente erosivo desarrolla su propio conjunto característico. erosivo desarrolla su propio conjunto típico de formas del relieve, dependiendo de su modo de modelar el relieve terrestre. Los accidentes erosivos son rasgos especialmente llamativos del paisaje.

El trabajo de los agentes erosivos produce conjuntos peculiares de formas del relieve que adquieren aspectos distintivos dependiendo de la etapa de su desarrollo. El reconocimiento de que los accidentes geográficos cambian en el tiempo de forma secuencial es la base del concepto de **Ciclo Geográfico de Davis (1899)**. Si se aplica correctamente, el ciclo geográfico ofrece un esquema de referencia útil para predecir la posible evolución futura del paisaje físico de la Tierra.



© Jose Luis Bermudez
<https://www.biodid.es/sida/divirtual.org>



3.- Atrición

Las partículas de arenas chocan entre sí produciendo desgaste, redondeamiento y pulido de las partículas



ERODABILIDAD

La erosionabilidad es la *resistencia del material superficial a la erosión*. Suele restringirse a los suelos o el regolito, y vincularse al agua o a la erosión eólica. Mientras otros factores son constantes, las tasas de erosión siguen variando debido a las diferencias en la resistencia del suelo. El clima influye en la erodabilidad y es una característica compleja y dinámica, que cambia a intervalos de tiempo anuales, estacionales o irregulares, o incluso durante una sola tormenta. No obstante, el concepto es útil para procesos a pequeña escala sobre el terreno o en laderas, con procesos precipitación pluvial, laminación erosión de los arroyos. Es más difícil de utilizar en procesos como erosión en cárcavas, que implican controles espaciales y temporales muy diferentes.

EROSIVIDAD

Medida de la capacidad potencial de un suelo para ser erosionado por determinados procesos geomorfológicos. La erosión es función de la erosividad y de la erodabilidad (la vulnerabilidad de un suelo a la erosión).

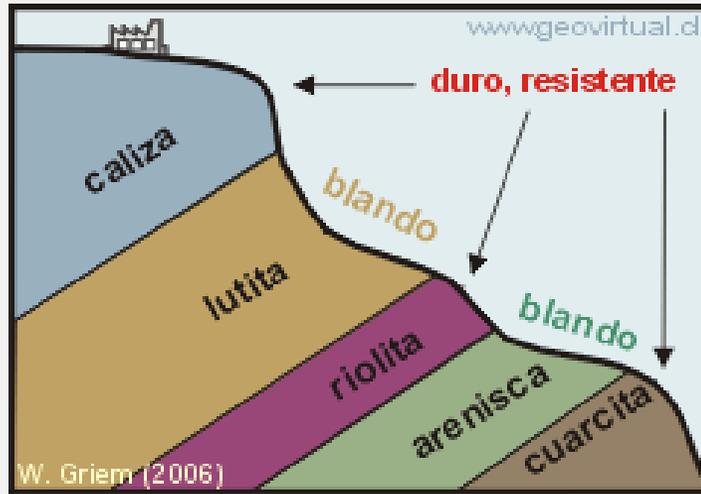
La susceptibilidad a la erosión hídrica está relacionada con diversos índices de erosividad de las precipitaciones. La intensidad de las precipitaciones, la cantidad de lluvia y las condiciones previas son factores importantes de la erosividad. Así, la erosividad de una tormenta es función de su intensidad y duración, y de la masa, el diámetro y la velocidad de las gotas de lluvia. La susceptibilidad a la erosión eólica también se ha determinado utilizando índices basados en las velocidades del viento y duraciones por encima de ciertos umbrales de velocidades y se han utilizado túneles de viento portátiles para evaluar la susceptibilidad a la erosión eólica de diferentes superficies del suelo a diferentes velocidades del viento.

Factores que condicionan a la erosión

Las características erosivas del relieve dependen estrictamente no sólo de la forma en que actúan los agentes exógenos, sino también de una serie de factores que controlan tanto la naturaleza como el ritmo de la erosión. Los factores de erosión más importantes son: la **litología**, la **tectónica**, el **clima**, la **vegetación** y el **hombre**.

LITOLOGÍA

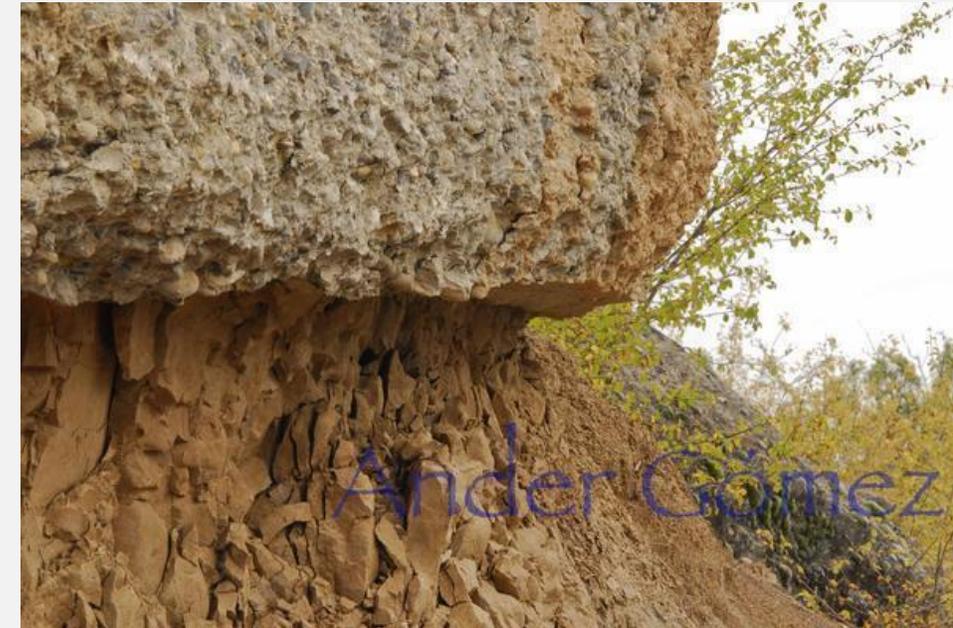
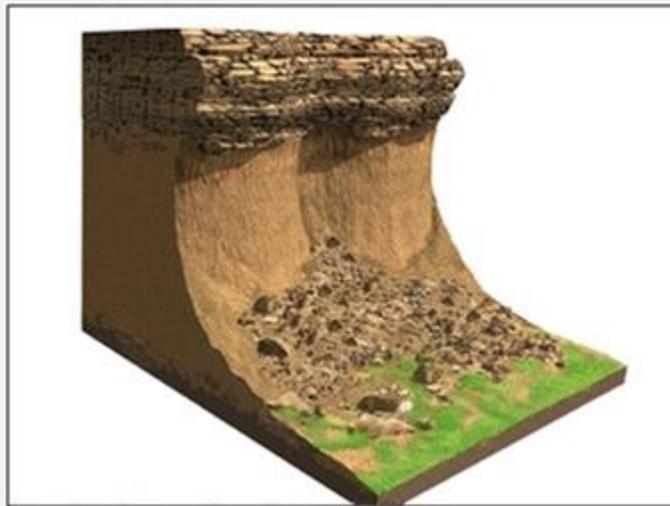
La litología controla en gran medida los procesos erosivos, ya que erodabilidad de las rocas depende de ella; en consecuencia influye en la velocidad de los procesos erosivos. Desde esta perspectiva las rocas suelen denominarse "duras" o 'resistentes' o bien "débiles" y 'no resistentes' a los procesos erosivos. El mismo proceso erosivo puede operar de forma diferenciada donde las rocas resistentes afloran junto a rocas no resistentes: a medida que avanza el proceso erosivo, se origina una superficie irregular donde las rocas más resistentes, son lenta y difícilmente erosionables con respecto a las rocas menos resistentes, que se erosionan más rápida y fácilmente. Hasta cierto punto, la erosión diferencial puede producir un **relieve invertido**. Los efectos de la erosión diferencial son particularmente evidentes en las rocas estratificadas y de diferente erosionabilidad. En este caso el resultado de erosión es la formación de caras abruptas y escarpadas de que marcan el afloramiento de las capas más resistentes. más resistentes; las caras escarpadas de una **cuesta**, las terrazas rocosas de una ladera escalonada o la escarpa de una **mesa** son productos típicos de la erosión diferencial. son productos típicos de la erosión diferencial. En concepto de rocas más o menos erosionables es relativo. relativa; de hecho, una roca puede ser resistente a un proceso y no resistente a otro. Por tanto, la litología influye también en la tipología de los procesos erosivos.



© J. Ignasi Tejedor
<https://www.biodiversidadvirtual.org/>



Ejemplos de erosión diferencial debida a características litológicas diferentes

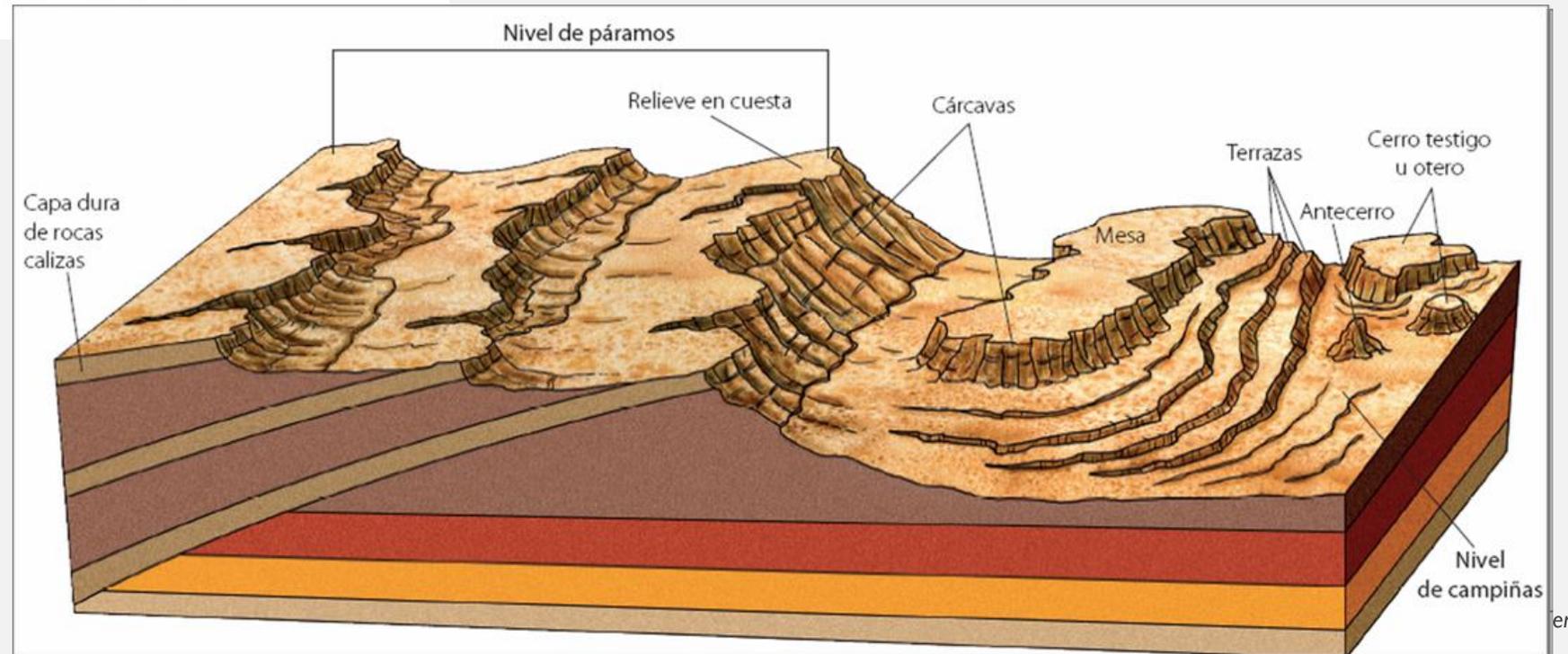
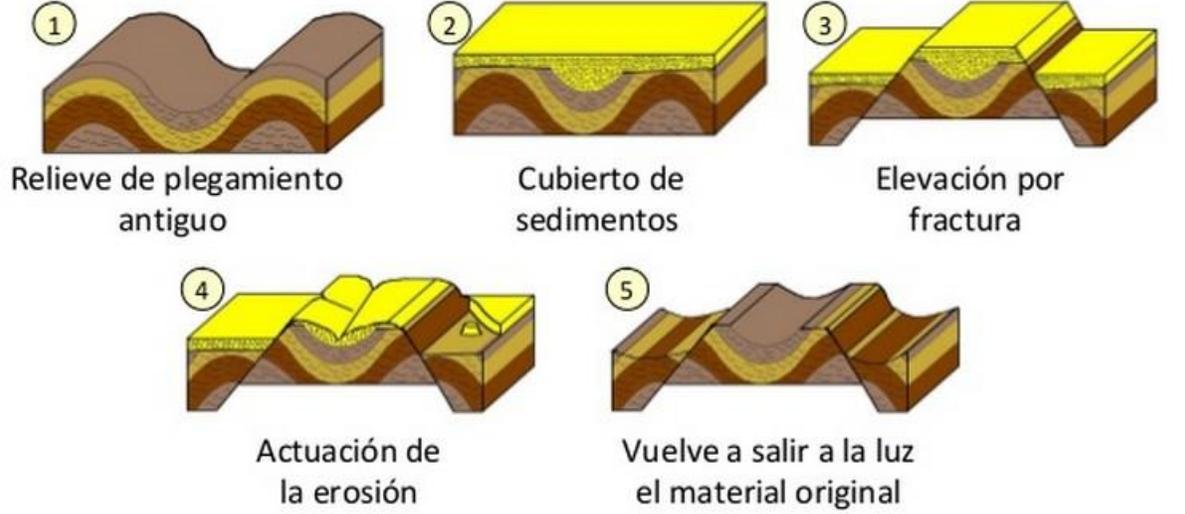


TECTÓNICA

La tectónica influye de distintas maneras en los procesos erosivos. Las **fallas** y los **pliegues** pueden poner en contacto rocas con diferente erosión diferencial. Además, pueden influir directamente en la respuesta de las rocas a la erosión, condicionando así la tasa de erosión. De hecho, la erodibilidad de las rocas depende no sólo de sus características litológicas sino también de su actitud (*las laderas buzantes son menos resistentes que las escarpadas*) y del grado de deformación tectónica (*cuanto mayor es la deformación de las rocas, mayor es su erodibilidad*). Las fallas tectónicas pueden influir tanto en la intensidad de la erosión como en la erosión y la localización de los accidentes geográficos resultantes. Por ejemplo, la erosión fluvial actúa con más fuerza donde las fallas crean zonas de debilidad en las rocas que en otras direcciones. Como consecuencia, la orientación de los valles fluviales a menudo coinciden con las discontinuidades. La sensibilidad de las discontinuidades tectónicas hacia los procesos erosivos puede ser tan grande que los efectos morfológicos de la erosión diferencial pueden ayudar en la identificación de discontinuidades de pequeña entidad o que afecten a litologías plásticas.

El **levantamiento tectónico** también desempeña un papel importante en el control de la eficacia de los procesos erosivos. La elevación y la erosión, junto con el relieve, son los componentes fundamentales de los sistemas geomorfodinámicos y están funcionalmente relacionados entre sí en un proceso de retroalimentación negativa (Ahnert 1998). *Cuando predomina el levantamiento, el relieve aumenta y, como consecuencia, la tasa de erosión es más rápida*. El aumento de la tasa de erosión puede llegar a equilibrar los procesos de construcción (en este caso las montañas no cambian de altitud). Cuando la erosión supera los efectos de la elevación, las elevaciones comienzan a descender y en consecuencia la tasa de erosión disminuye hasta que todo el proceso llega a su fin.

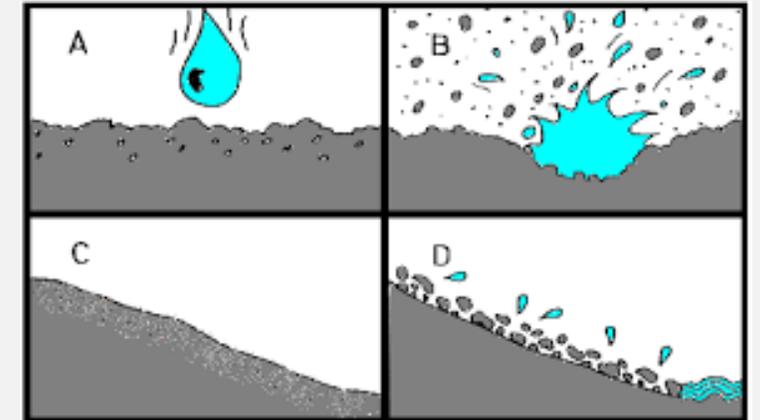
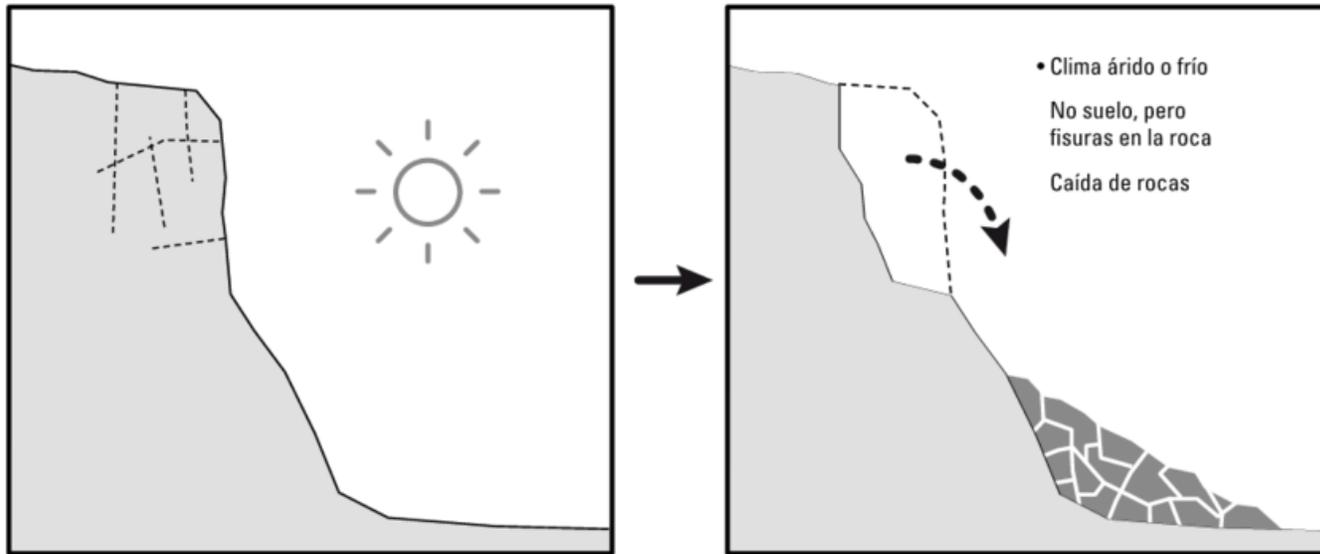
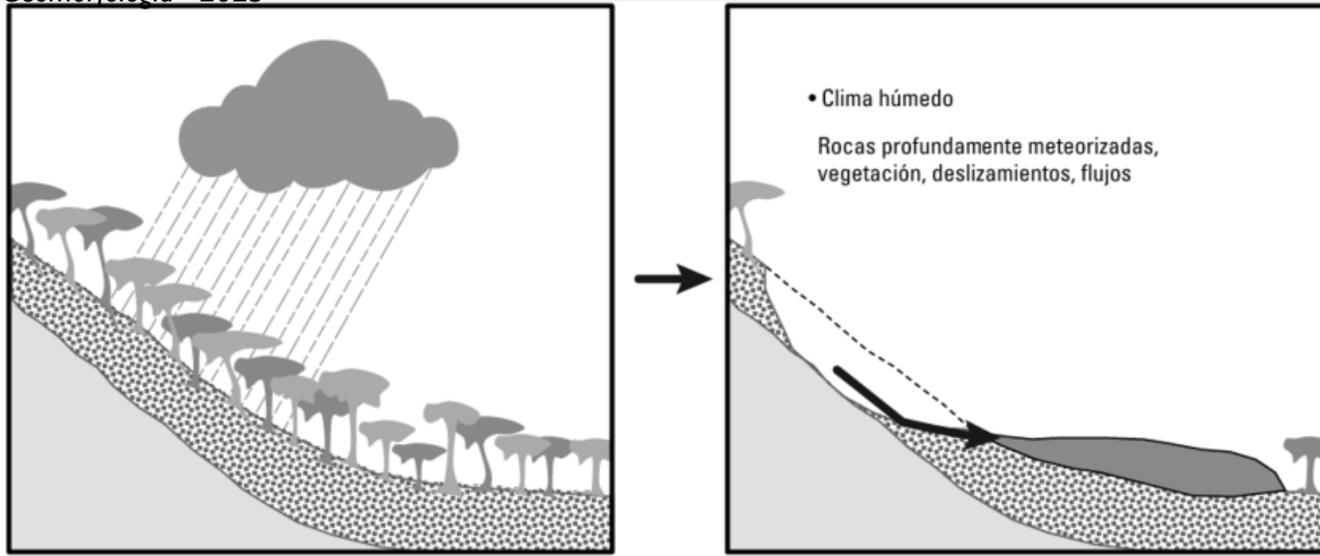
Relieve apalachense



CLIMA

El clima controla los procesos erosivos tanto directa como indirectamente. El **control directo** lo ejercen los elementos climáticos (*temperatura, precipitación y viento*), que muestran una gran variabilidad, en una amplia gama de escalas, desde globales hasta de una ladera a otra de una misma montaña. Esta gran variabilidad de las condiciones climáticas afecta a los procesos de meteorización que debilitan las rocas, predisponiéndolas a posteriores procesos erosivos. Además, favorece la acción de unos agentes erosivos respecto a otros: los procesos erosivos fluviales se vuelven dominantes en la modelación de la superficie terrestre allí donde la cantidad de precipitaciones es suficiente para garantizar el flujo perenne canalizado de las aguas. La erosión eólica es particularmente eficaz allí donde la humedad es baja, y los glaciares sólo pueden operar allí donde las temperaturas son tales que permiten la caída y acumulación de nieve. Además, las condiciones climáticas también controlan la forma en que los diferentes procesos erosivos operan entre sí.

El clima no sólo afecta a la tipología de los procesos erosivos, sino también al diferente comportamiento de las rocas. En condiciones climáticas diferentes, una misma roca puede mostrar un grado distinto de resistencia a los procesos erosivos y, por tanto, puede adoptar formas terrestres muy variadas. Las rocas graníticas son un buen ejemplo. Dependiendo de las condiciones climáticas y, por tanto, de los procesos erosivos dominantes, pueden erosionarse en: picos afilados, geoformas como los inselbergs, en tafonis, que se originan por corrosión química y de la acción barredora del viento, las grandes montañas de cima redondeada (piton) de las regiones tropicales, etc. Las estrechas relaciones entre las condiciones climáticas, los erosivos y las formas del relieve ayudan a reconstruir las variaciones climáticas que se produjeron en el pasado examinando las huellas dejadas en el paisaje terrestre por los procesos erosivos dominantes.



Influencia del clima y la erosión en las pendientes. Fuente: Mergili et al. (2015)

VEGETACIÓN

La influencia indirecta del clima sobre la erosión está relacionada en gran medida con la forma en que afecta a la cantidad y tipo de vegetación que, a su vez, tiene un importante control sobre la erosividad de algunos agentes erosivos. *Una cubierta vegetal densa inhibe la escorrentía superficial, frenando así la acción del agua corriente; además, obstruye el libre flujo de los vientos y, por tanto, reduce la eficacia de los procesos erosivos eólicos.*

Las estructuras radiculares tienen una doble influencia: pueden aumentar la resistencia de los materiales sueltos a la erosión o pueden provocar la rotura del lecho rocoso sólido, facilitando así la erosión. En conjunto, **la vegetación limita los procesos erosivos con más frecuencia de lo que los favorece.** El efecto limitador de la vegetación sobre los procesos erosivos varía en función del tipo y la densidad de la cubierta vegetal, y se manifiesta porque aumenta la estabilidad de los materiales superficiales. La vegetación es *también un importante factor de pedogénesis, ya que aporta la materia orgánica necesaria para la formación del humus; por lo tanto, tiene un papel tanto en la formación del suelo como en su protección frente a la erosión.* Esta acción protectora es de primordial importancia para inhibir la erosión del suelo.

Cuando las condiciones climáticas son tales que aseguran una cubierta vegetal densa y persistente, los procesos erosivos se ralentizan: en estas condiciones, denominadas **biorrextasia o biostasia**, los suelos pueden desarrollarse y permanecer en su lugar. Por el contrario, cuando el clima es desfavorable para el desarrollo de la vegetación, los procesos erosivos se generalizan y los suelos se remueven con facilidad en un proceso denominada **rextasia**.



IMPACTO HUMANO

Si bien es cierto que los humanos hoy en día son poderosos agentes erosivos, también son un importante factor de erosión. Las actividades antropogénicas se dirigen a veces a deshacer o reducir los procesos erosivos llevados a cabo por agentes naturales, como, por ejemplo, en el caso de las defensas costeras construidas para inhibir la erosión marina. Sin embargo, lo más frecuente es que producen el efecto contrario y aceleran el ritmo de la erosión: en zonas muy densamente habitadas, el uso extensivo de asfalto y hormigón favorece la escorrentía superficial y luego la erosión debida del agua.

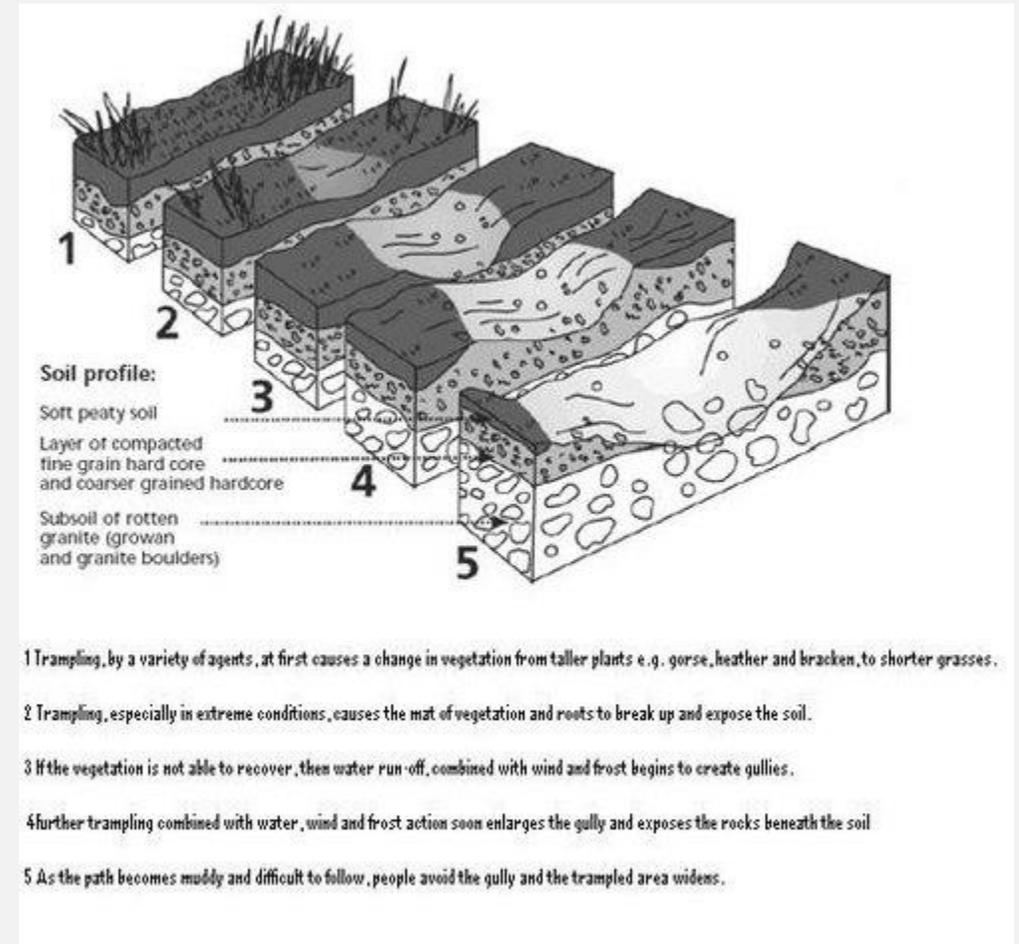
Todos los factores que controlan la erosión desempeñan su papel conjuntamente, por lo que sus efectos pueden interferir entre sí de muchas formas posibles, de modo que el control global sobre los procesos erosivos es muy diferenciado, tanto en el espacio como en el tiempo. Por ej., una vez que los procesos pedogenéticos han dado lugar a la formación de suelos, éstos quedan expuestos a la acción de agentes erosivos exogenéticos que comienzan a consumirlos. Cuando la erosión del suelo avanza con normalidad, se alcanzan las condiciones de equilibrio: la velocidad a la que se erosiona el suelo es igual a la velocidad de formación del suelo. Si este equilibrio se rompe, los procesos erosivos pueden llegar a ser más rápidos que los pedogenéticos. Las condiciones más favorables para iniciar una erosión acelerada se dan allí donde las rocas débiles (como arcillas o margas) afloran en zonas afectadas por precipitaciones abundantes e irregulares que favorecen la erosión por las aguas corrientes; en estas condiciones, por ejemplo, se originan los **badlands**. Allí donde estas condiciones naturales predisponentes se suman a la deforestación y al uso defectuoso del suelo ligado a las actividades antropogénicas, la erosión acelerada alcanza su máxima intensidad. Como resultado, los suelos se vuelven más delgados y pueden llegar a desaparecer por completo. En algunos casos, la erosión llega a ser tan grave que puede compararse con el proceso **desertificación**: proceso irreversible por el que los suelos pierden su fertilidad debido a los efectos destructivos de algunas actividades antropogénicas (cultivo extensivo, ganadería).

Algunos tipos de erosión

Erosión Laminar

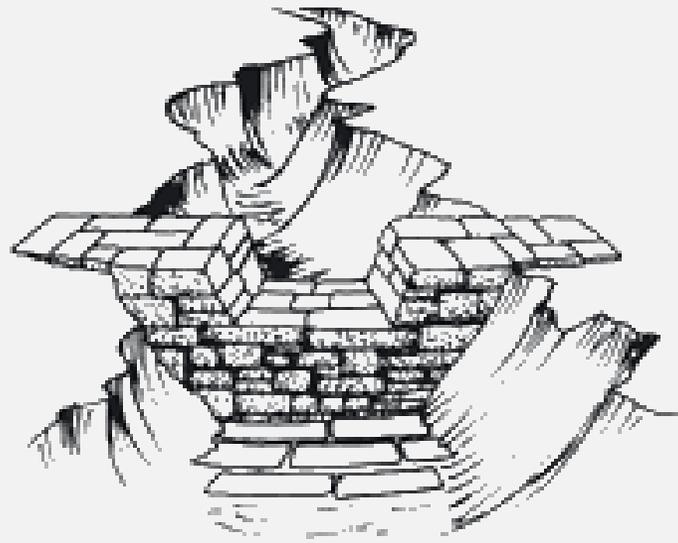
Es una erosión superficial. Después de una lluvia es posible que se pierda una capa fina y uniforme de toda la superficie del suelo como si fuera una lámina. Es la forma más peligrosa de erosión hídrica ya que esta pérdida, al principio casi imperceptible, sólo será visible cuando pasado un tiempo haya aumentado su intensidad, a diferencia de las cárcavas cuya notoriedad es instantánea. Este proceso da origen a la erosión en surcos y posteriormente en cárcavas.

La pérdida de un horizonte del suelo, como el A, imposibilita cualquier actividad agrícola en la zona, por lo que se darán únicamente pastos y por tanto sólo será viable la ganadería. Como solución se plantea la realización de zanjas con el fin de evitar el arrastre de materiales por el agua, la plantación de especies con alto índice de producción de biomasa como la alfalfa se ve también como refuerzo a esta problemática



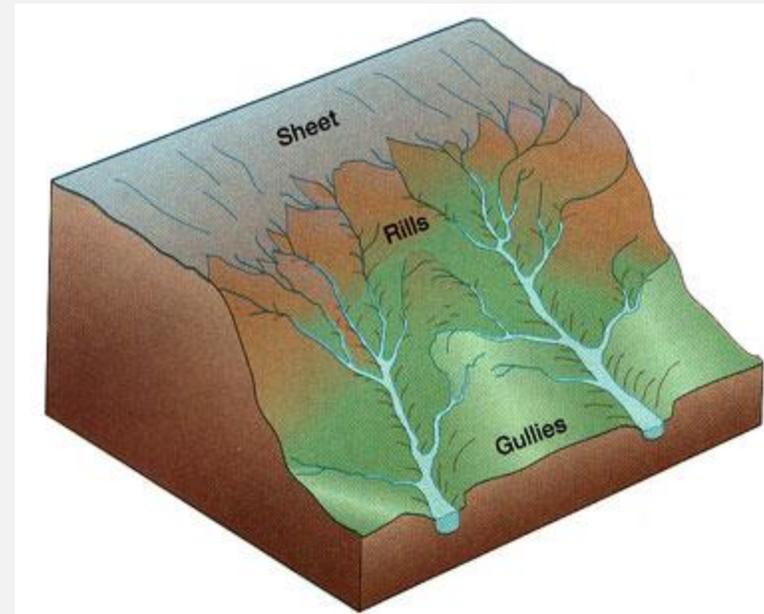
Erosión en surcos

Es fácilmente perceptible debido a la formación de surcos irregulares favoreciendo la remoción de la parte superficial del suelo. Este tipo de erosión puede ser controlada. En caso contrario el proceso avanza y llega a la etapa de cárcava. Si no se usan métodos para conservar el suelo – como ser barreras y cobertura vegetal – el agua, al escurrirse, se llevará parte del suelo. Esto da inicio a pequeños canales. Al crecer, estos se transforman en surcos. Los surcos grandes suelen desarrollarse a los costados de senderos y caminos. Los pequeños (de menos de 25cm de profundidad) normalmente se pueden controlar construyendo fosas y camellones a nivel.



Erosión en Cárcavas

Consiste en pérdidas de grandes masas de suelo formando surcos de gran profundidad y largura trayendo como consecuencia la pérdida de suelo, el cambio en el régimen térmico, la pérdida en la calidad del relieve y pérdidas en la capacidad de reserva de agua. Este proceso se ve como la fase final de malas prácticas de manejo agrícola y pastoril. Dentro de su control e encuentran varios métodos, los más aplicados se relacionan al aislamiento físico, el control del drenaje subsuperficial (por medio del uso de drenajes de zanja, horizontales o selladura de grietas), control del agua de escorrentía, fajas de césped, barreras de costales, represas de paja y ramas, alambre o rocas, represas de ladrillo, entro otros.



Sistemas Morfogenéticos

Es el conjunto de las combinaciones de procesos elementales responsables del modelado del relieve de una porción de espacio sometida a los mismos agentes de erosión, actuando con modalidades idénticas. El sistema morfogenético incluye los procesos de meteorización, transporte y acumulación que se combinan para formar un relieve, siendo el clima la variable fundamental que condiciona este proceso (aunque la erosión litoral tiene su propia dinámica). Los agentes erosivos actúan de forma combinada sobre una superficie y, si al mismo tiempo actúa la meteorización química, puede sufrir un proceso de fragmentación. Mientras, además incide sobre ella el viento o la arroyada, y los agentes de transporte trasladan los materiales.

La erosión es entonces un sistema caracterizado por la naturaleza de los procesos elementales. Según la frecuencia y la eficacia de los procesos elementales y los grandes agentes de transporte, se distinguen **procesos dominantes** y **procesos accesorios o auxiliares**. En esta categorización se basa la determinación los distintos sistemas morfogenéticos. La importancia de cada proceso no puede apreciarse al margen del conjunto al que pertenece, puesto que su eficacia respectiva se condiciona mutuamente en todos los estadios de la erosión. Por ejemplo, la meteorización química da lugar a fragmentos de pequeño tamaño, favoreciendo los movimientos en masa; el predominio de fragmentos gruesos dificulta la arroyada.

Un sistema morfogenético no se reduce a la suma de los procesos elementales, sino que hay que considerar sus relaciones, su **estructura dinámica**, como un **sistema de relaciones** entre procesos dominantes y subordinados según la actuación de los factores que los controlan. Todo ello depende de la litología, la topografía, el clima y la vegetación, siendo el clima el que ejerce un papel más decisivo, ya que define los rasgos fundamentales de estas combinaciones determinando cuáles son los agentes de erosión y transporte, y cómo actúan para modelar el relieve. Los sistemas morfogenéticos pueden ser:

Sistemas abiertos: que son aquellos que se alimenta con energía, la pierden y alimentan a otro sistema morfogenético. También es capaz de retroalimentarse por una aportación de energía exterior.

Sistemas cerrados: la tierra, el ciclo hidrológico.

Bibliografía

Goudie, A. (Ed.), (2006). *Encyclopedia of Geomorphology*. Volume I. Taylor & Francis e-Library. ISBN 0-415-32737-7.

Lugo-Hubp J. (2011) *Diccionario geomorfológico*. D.R. © 2011 Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN (Obra general): 970-32-2965-4

Mergili M., Marchant Santiago C. I. and Moreiras S. M. (2015) Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina. *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.* **24**, 113-131.