

EL CONCEPTO DE EROSIÓN

Concept of erosion

Maria Àngels Marqués (*)

RESUMEN:

Básicamente erosión equivale a eliminación de material, que como consecuencia produce una pérdida de masa y por tanto una disminución de volumen o tamaño. Este concepto de erosión es de aceptación general. Los problemas se plantean en torno a cuales son los procesos y agentes de erosión. Los aspectos mas importantes de la discusión son: a) las diferencias entre transporte y erosión, b) si la erosión se trata de procesos físicos o también incluye los químicos y c) si deben incluirse los movimientos de masa. Después de una amplia discusión, la erosión se puede definir como el proceso o conjunto de procesos externos, físicos y/o químicos que, en la superficie del suelo o a escasa profundidad, eliminan parcial o totalmente los materiales existentes y cuyo efecto es una reducción de las formas y/o del relieve. Los agentes de erosión son el agua, el mar, el viento, los glaciares y deben incluir también los movimientos de masa y los seres vivos, entre ellos el hombre.

ABSTRACT:

A basic concept of erosion as the wearing away and removing of material from a body, producing a loss of mass and a reduction of volume, is widely accepted. The main problems concern erosion agents and processes. The main issues are: a) the differences between erosion and transport, b) whether erosion is only produced by physical processes or includes chemicals, and c) whether mass movement participate in erosion.

Erosion is considered to be the external process or processes, of physical and chemical nature, which remove rock material from the earth surface. Its effects are size reduction of forms and/or relief. The agencies are water, sea, wind, glaciers, mass movement and biological agencies including man.

Palabras clave: Erosión, transporte, preconcepciones, didáctica de la Geología.

Keywords: Erosion, transport, misconceptions, geological teaching.

INTRODUCCIÓN

Erosión deriva del término latino *erodere* que significa roer.

El término **erosión** se puede definir de manera básica o sencillamente equivale a **eliminación de material**, que como consecuencia produce una pérdida de masa en un cuerpo, y por tanto una disminución de volumen o tamaño.

Esta idea es la que subyace en todas las definiciones, tanto en textos especializados de Geología o geomorfología, como en enciclopedias o diccionarios generales.

A partir de aquí se plantean fundamentalmente dos problemas que se tratarán en los apartados siguientes.

PRIMER PROBLEMA: ¿SEPARACIÓN? O ¿SEPARACIÓN + TRANSPORTE?

Consiste en si la eliminación implica solo la separación de una porción de material del conjunto (roca, montaña, etc.) o bien si además incluye transporte.

Uno de los argumentos básicos para diferenciar el transporte de la erosión es el famoso diagrama de Hjulstrom (figura 1). Es el resultado de un trabajo en un canal experimental con granos de cuarzo. El diagrama relaciona la velocidad crítica de una corriente de agua con el diámetro de las partículas, pa-

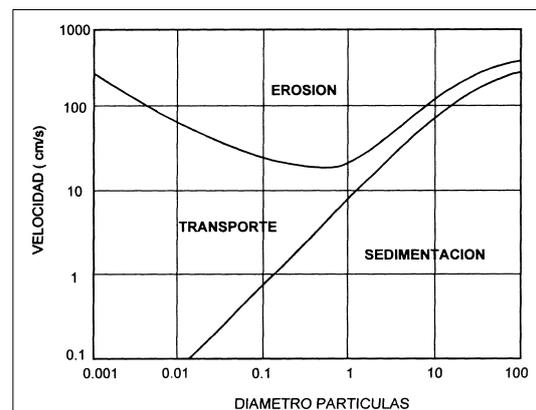


Figura 1.- Diagrama de Hjulstrom (explicaciones en el texto)

(*) Dep. Geología Dinámica, Geofísica y Paleontología, Fac. Geología, Univ. Barcelona. Zona Univ. Pedralbes. 08071 Barcelona

ra que estas sean erosionadas, transportadas o sedimentadas. Este diagrama es reproducido con profusión en la mayoría de textos de geomorfología, sedimentología e incluso de Geología general. Se usa especialmente para explicar que cada partícula tiene una velocidad a partir de la cual se empieza a mover, una menor para seguir moviéndose, es decir ser transportada, y otra por debajo de la cual la partícula cae y se sedimenta. Según este diagrama erosión equivaldría a movilización, y el transporte sería una cosa distinta. Si se atiende a este criterio el concepto de erosión sería muy restrictivo.

En un sentido similar se posiciona la “Encyclopedia of Geomorphology” (1968) que especifica: “la erosión en sentido estricto es la **adquisición de material** por un agente geológico; pero muchos geólogos, permisivamente, incluyen tanto la adquisición como el transporte”.

Esta idea en principio es correcta porque si, por ejemplo, un bloque de granito, por alteración, se va disgregando y se van separando partículas, aunque no se muevan, es decir no sean arrastradas, el bloque de granito como tal ha perdido masa (figura 2A).

Ahora bien, es poco frecuente que una partícula solo se separe, pero todavía es menos probable que un agente geológico solo incorpore una partícula y que luego no la transporte.

La separación pero sin movilización sería exclusivamente el caso de la corteza o manto de alteración, que se mantiene in situ. Ejemplos de este tipo serían, entre otros, el caso anterior del granito, o el de los crioclastos formados a partir de una roca que permanecen en el lugar en que se formaron.

En cuanto a la incorporación sin transporte no hay ejemplos viables, a no ser el de la incorporación de partículas por soldadura en la base de un glaciar actualmente sin movimiento. En cualquier otra situación la incorporación de una partícula por un fluido conlleva una movilización y transporte, aunque las distancias sean pequeñas.

Posiblemente por estas razones, muchas definiciones de erosión incluyen de forma taxativa el transporte. También puede ayudar a su inclusión el hecho de que la erosión se visualiza o es más evidente cuando se produce un vaciado, es decir una evacuación de material.

Una definición de este tipo sería la del Glossary of Geology (Bates & Jackson, 1987), según la cual la erosión es: “el proceso general o conjunto de procesos por los que los materiales de la corteza terrestre son disgregados, disueltos o desgastados y **simultáneamente desplazados** de un lugar a otro...”. Esta definición se posiciona claramente en el problema del transporte, al incluirlo como parte fundamental de la erosión. Por otra parte, nos introduce en el segundo problema.

SEGUNDO PROBLEMA: ¿CUALES SON LOS PROCESOS DE EROSIÓN? SON ¿PROCESOS FÍSICOS? O ¿PROCESOS FÍSICOS Y/O QUÍMICOS?

El segundo problema sobre el concepto de erosión se centra entorno a si la erosión es un proceso únicamente físico/mecánico o bien incluye procesos químicos. Implícitamente se trata de cuales son los procesos y los agentes de erosión.

La primera tendencia se manifiesta en algunas definiciones en las que se considera que la erosión se puede producir por una o varias de las siguientes posibilidades: a) arranque de partículas; b) impacto de partículas que son arrastradas por algún fluido; c) el roce de un cuerpo contra otro, etc.

El Geological Nomenclature (Visser, 1980) es un diccionario en cual se define cada término en inglés y además se da el equivalente en varias lenguas (alemán, español, francés, holandés). En este texto la definición, traducida al español, es la siguiente: “erosión es el **desgaste mecánico** de una roca sólida, por el impacto de fragmentos detríticos y parti-

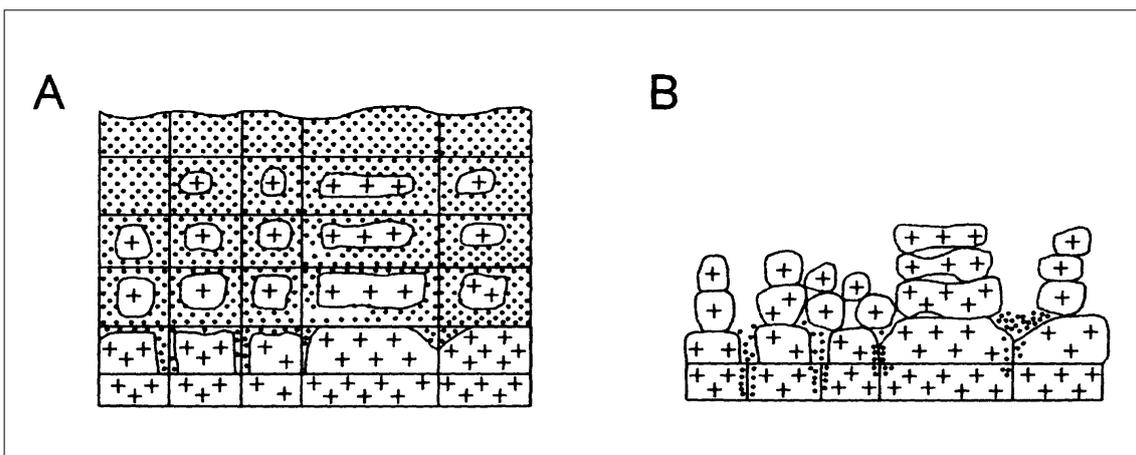


Figura 2.- Ciclo de alteración (A) y ciclo de erosión (B) que generan formas residuales, muy frecuentes en los modelados graníticos.

A- Meteorización en este caso favorecida por una red de fracturas, que deja núcleos sin alterar
 B.- Forma residual desarrollada por la erosión del material alterado.

culas que se mueven contra o sobre ella, por medio de un flujo de agua, hielo o aire **y la eliminación**, por los mismos agentes, de las partículas desprendidas u originariamente sueltas”.

En esta definición queda patente que la erosión se considera debida única y exclusivamente a procesos mecánicos.

En cambio, el Glossary of Geology (op. cit.) incluye los procesos químicos. La definición completa de este glosario (que se recogía parcialmente en el apartado anterior) es la siguiente: “la erosión es el proceso general o conjunto de procesos por los que los materiales de la corteza terrestre son disgregados, disueltos o desgastados y simultáneamente desplazados de un lugar a otro por los agentes naturales, **que incluyen meteorización, solución, corrosión** (término usado aquí como equivalente de la abrasión) **y transporte; pero que usualmente excluye los movimientos de masa**”.

El mismo glosario añade que, a veces, el término se restringe por exclusión de:

- a) el transporte (en cuyo caso, según el glosario, el término más adecuado sería desnudación) y
- b) la meteorización.

Estos dos comentarios sintetizan la mayor parte de la problemática, a excepción del tema de los movimientos de masa.

Por el momento no hay estadísticas sobre la utilización de las distintas posibilidades comentadas. Para obtener los datos sería necesaria una encuesta a nivel mundial o bien un estudio a través de las publicaciones, por épocas, nacionalidad de los autores, etc.

En la citada publicación sobre nomenclatura geológica (de origen holandés), hay una serie de comentarios sobre el tema del concepto de erosión en algunos países. Se sugiere que en USA y Alemania el significado está predominantemente relacionado con el efecto combinado de todos los procesos de degradación terrestre, incluyendo (textualmente) meteorización, transporte y acción Química y mecánica del agua del viento, glaciares, etc. También se comenta que en partes de Europa el término se usa preferentemente para el desgaste de rocas, por el impacto de fragmentos detríticos y partículas transportadas por los ríos, el viento, los glaciares o el mar, incluyendo la eliminación de material suelto.

Por tanto, hay disparidad de opiniones en cuanto a la inclusión o no de la meteorización y de los procesos químicos.

Analizando trabajos referentes a la erosión, se puede llegar a alguna conclusión. Normalmente, la mayoría de autores tienden a considerar como erosión cuando el resultado conlleva no solo una disminución de masa, sino además se produzca un vaciado o extracción.

Cuando se trata de fluidos en movimiento como el viento, el agua (de escorrentía, fluvial o marina)

y el hielo glaciar, generalmente se producen simultáneamente la disminución de masa y el vaciado. En estos casos no hay ninguna duda en denominar erosión tanto al proceso, como a los efectos. Por ejemplo, un acantilado litoral es una forma de erosión generada básicamente por los procesos de erosión marina. Una cubeta de sobreexcavación glaciar es una forma de erosión generada en la base de un glaciar activo. Existen multitud de ejemplos en este sentido en los diversos ambientes: eólico, fluvial, marino, glaciar, etc. En realidad se produce casi simultáneamente la movilización y el transporte.

1. Participación de la Meteorización

El problema de usar o no el término erosión se plantea también en el ámbito de la meteorización. La meteorización se concibe como la alteración Física y/o Química de los materiales de la corteza terrestre. Por ejemplo, supongamos que la meteorización produce una corteza o perfil de alteración. Ningún autor dirá que el substrato, a partir del cual se ha formado la corteza de alteración, ha sido erosionado; a pesar de que el substrato como tal ha perdido masa. Todos dirán que el substrato ha sido alterado. Esta utilización quedaría corroborada cuando se trata, por ejemplo, de formas residuales, como las típicas de los relieves graníticos: Pedriza del Manzanares (Madrid), Pedra Alta (Girona), Caos de Targasona (Cerdanya francesa), etc. Precisamente para explicar el origen de estas formas se invoca a dos ciclos, primero de alteración y después de erosión (figura 2A y 2B).

Por tanto, en el ámbito de la meteorización, se podría concluir que: cuando por alteración parte de la material original (mineral, roca, etc.) se transforma químicamente o se fragmenta por procesos mecánicos, pero permanece in situ (aunque en sentido estricto el material original como tal haya perdido masa), la tendencia y la recomendación sería no utilizar el término erosión.

Pero el problema es todavía más sutil cuando se trata de la disolución. Es un proceso de meteorización Química, que en su dinámica implica conjuntamente la eliminación y el vaciado. Por ejemplo, en una roca caliza, la disolución produce cationes y aniones, que eliminan C, O y Ca de la caliza (CaCO_3), dando lugar al mismo tiempo a una pérdida de masa de la roca original y al vaciado. Exponentes de este tipo son la mayor parte de las formas del modelado cárstico, como por ejemplo las grutas, simas, lapiaz, etc. Por tanto en el caso de la disolución se cumplirían los dos requisitos que permiten el uso del término erosión: eliminación y vaciado (figura 3). Se puede considerar como uno de los mejores exponentes del concepto de erosión Química. Ahora bien, aunque esta idea está ampliamente aceptada, a través de los trabajos de geomorfología, se desprende una tendencia a utilizar la nomenclatura lo más precisa posible en la génesis de una determinada morfología. Por ello, en presencia de un lapiaz o de una sima, ningún autor dirá que el lapiaz ha sido producido por la erosión, sino que precisará que se ha formado por disolución de la caliza, es decir por meteorización Química. Ahora bien, en un balance



Figura 3.- Morfología formada por surcos de disolución, que recibe el nombre de lapiaz o lenar y constituye una de los elementos típicos del modelado cárstico (ver texto).

morfológico, como por ejemplo la pérdida de masa global de un macizo calizo, se usará el término erosión. En este caso se diría: el macizo X ha sido erosionado y no el macizo X ha sido disuelto. También se usa como contraposición a la sedimentación.

2. El tema de los movimientos de masa

Queda por último el problema de la inclusión o no de los movimientos de masa. Los movimientos de masa se definen como movimientos descendentes de suelo o roca, desde las partes altas a las bajas de una ladera, por acción de la gravedad, sin la intervención como agente primario de transporte de ningún fluido (aire, agua, etc.). Los movimientos de masa más populares son los desprendimientos y las avalanchas o aludes de nieve, pero hay muchos otros como los deslizamientos, la reptación, la soliflucción, las coladas de barro, de tierra o de derrubios.

En sentido estricto los movimientos de masa son procesos de transporte, a través de mecanismos como el flujo, el deslizamiento, la caída libre, etc. (como en el viento lo pueden ser la saltación o la suspensión). Por tanto, aquellos que no incluyen el transporte en la erosión, no podrían considerar los movimientos de masa como integrantes de la erosión. Ahora bien, uno de los mayores exponentes de esta concepción restrictiva, la *Encyclopedia of Geomorphology* (op. cit.), trata de lo que denomina "agentes de erosión" y entre ellos incluye la gravedad, especificando que los procesos por los cuales la gravedad incorpora el material suelto son los movimientos de masa.

Por otra parte en la mayoría de definiciones de erosión no se mencionan los movimientos de masa. En el *Glossary of Geology* (op. cit.) se menciona pero diciendo que usualmente no se incluyen. Generalmente se considera que la erosión abarca: agua (más habitualmente ríos), viento, mar y glaciares. Una de las razones por las que quizá no se mencionen es porque se descubrieron y estudiaron más tardíamente y han adquirido una entidad propia muy diferenciada. El caso de los movimientos de masa sería en parte similar al de la disolución. Por ejemplo, una cornisa en la que se producen desprendimientos en realidad se está erosionando, pero los científicos dirán que se ha producido un desprendimiento (es decir un movimiento de masa de tipo desprendimiento) y no una erosión.

En resumen todos los movimientos de masa producen una movilización y un transporte por acción de la gravedad. Por tanto producen una disminución de masa y en consecuencia una erosión. Como en el caso de la meteorización es aconsejable usar el término más preciso posible y dejar el de erosión para aspectos más globales. Por ejemplo, en una ladera se puede afirmar que es más importante y aporta más información saber que está afectada por movimientos de masa, que decir que está afectada por la erosión. Además hay una tendencia implícita a asociar la erosión a los efectos del agua corriente, del viento, del mar o de los glaciares. Por ello, en el ejemplo de la ladera, el decir que hay erosión y no movimientos de masa, indu-

ciría a suponer que la ladera esta afectada básicamente por erosión hídrica y nunca por movimientos de masa.

CONCLUSIONES

La asociación más inmediata del término erosión es disminución. De una reflexión posterior, se deduce que cuando se utiliza el término erosión implícita o explícitamente se considera que hay: 1) eliminación de material, 2) pérdida de masa y 3) aparición de una morfología que implica un vaciado y una reducción.

La erosión se puede definir como: el proceso o conjunto de procesos externos, físicos y/o químicos que, en la superficie del suelo o a escasa profundidad, eliminan parcial o totalmente los materiales existentes y cuyo efecto es una reducción de las formas y/o del relieve.

La reducción de las formas, es decir el vaciado, puede ir desde micro a macroescalas. Un ejemplo de microescala serían las cicatrices producidas por el impacto de granos de arena arrastrados por el viento o producidas por el roce de los fragmentos detríticos que arrastra un glaciar. Un desfiladero sería un ejemplo claro de erosión fluvial visible a simple vista. Ejemplos de mayor extensión serían las penillanuras.

Un badland (figura 4) es una morfología general constituida por formas más pequeñas (surcos) denominadas regueros y cárcavas. El badland es una forma típica de erosión hídrica, formada básicamente por arroyada superficial; los surcos se producen por un proceso mecánico de arrastre de partículas por aguas de escorrentía. La figura 3 en cambio se trata de una morfología, denominada lapiaz o lenar, debida a la disolución y transporte químico de elementos solubles. En este caso, aunque la disolución produce un vaciado y por tanto una erosión, se recomienda el uso del término disolución (tal como se ha indicado anteriormente).

Para que se produzca el vaciado y por tanto la erosión, se puede partir de distintas situaciones. Para cada una de ellas se requerirá:

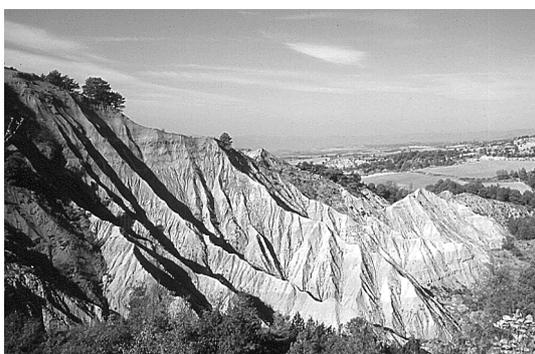


Figura 4.- Es un ejemplo de erosión hídrica que se produce por arroyada superficial. El conjunto se denomina badland y está formado por surcos, que según el tamaño, se denominan cárcavas o regueros (pequeños).

- a) Cuando existen partículas previamente sueltas: 1º movilizarlas y 2º transportarlas fuera del lugar de origen.
- b) Cuando no existen partículas sueltas 1º producir partículas, 2º movilizarlas y 3º transportarlas fuera del lugar de origen.
- c) Cuando el material sea soluble: disolución, que conlleva eliminación y transporte fuera del lugar de origen.
- d) Cuando el material se altera: 1º alteración Física y/o Química, que fragmenta o disgrega, y por tanto produce partículas, 2º movilización de las partículas, 3º transporte fuera del lugar de origen.

Por tanto la erosión implica producción de partículas cuando no existen, movilización de las partículas y su posterior alejamiento del lugar de origen, mediante un transporte, para dar lugar al cambio morfológico.

En consecuencia la meteorización es un proceso de preparación del material, que facilita la erosión, pero que no puede considerarse como tal, a excepción la disolución .

El transporte interviene en la erosión al ser el causante del alejamiento de las partículas del lugar de origen. Ahora bien los mecanismos y procesos de transporte como tal se estudian aparte.

Los agentes, procesos y mecanismos de erosión son muy diversos, y entre ellos deben incluir los movimientos de masa, además de los clásicos agua, viento glaciares y mar. También debe incluir los seres vivos, entre los cuales se encuentra el hombre. Por consiguiente la erosión incluye muchas cosas, pero en cada caso es necesario, siempre que sea posible, especificar al máximo de que se trata concretamente. Por ello, solo se debe usar el término erosión cuando se trata:

- a) de un término general que implica pérdida de masa, sin especificación del tipo de agente, proceso o mecanismo. Por ejemplo: la erosión es el proceso predominante.
- b) de un conjunto de procesos que producen pérdida de masa. Por ejemplo: erosión fluvial.
- c) de un ámbito o una localización. Por ejemplo: erosión lateral.

Los términos científicos más usuales en castellano son: erosión eólica, erosión hídrica, erosión fluvial, erosión glaciar, erosión litoral, erosión remontante, erosión lateral, erosión vertical, erosión diferencial, erosión acelerada, balance de erosión, tasa de erosión, superficie de erosión, ciclo de erosión.

BIBLIOGRAFÍA

- Bates, R. L. and Jackson, J.A. Eds. (1987). *Glossary of Geology*. American Geol. Inst., Alexandria, Virginia.
- Fairbridge, R.W. (1968). *The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold Book Corporation. New York.
- Visser, W.A. Ed. (1980). *Geological Nomenclature*. Royal Geol. & Mining Soc. The Hague. Netherlands. ■