

UNA CLASIFICACION REVISADA DE LOS MATERIALES SEDIMENTARIOS

J. A. Gallegos *

RESUMEN

Se propone una clasificación de los materiales sedimentarios en tres grandes grupos: detríticos, de precipitación y orgánicos, dependiendo de los procesos genéticos (transporte como partículas sólidas, precipitación a partir de una disolución, restos orgánicos). La subdivisión de estos grupos se realiza utilizando los criterios y términos más usados (tamaño de grano y composición), pero uniformándolos y sistematizándolos más estrictamente. Esta sistematización parece ofrecer la ventaja de permitir una mayor y más fácil secuenciación de los procesos de enseñanza en relación con esta materia, y un más fácil aprendizaje, especialmente a los alumnos de los niveles educativos medios.

Palabras clave: *Sedimentología, materiales sedimentarios.*

ABSTRACT

A classification of the sedimentary materials in three great groups is proposed: Detrital, Precipitation and Organic main deposits, depending on the genetic process (transport and accumulation as solid particles, precipitation from solutions, organic remains). The subdivision into these groups is made by standardizing and systematizing the most used criteria and terms (grain size and composition) in a stricter way. This systematization seems to offer the advantage of allowing a larger and easier sequentialization of the teaching processes in relation to this subject, and easier learning, specially for secondary level students.

Key words: *Sedimentology, Sedimentary materials.*

Introducción

Actualmente, la cuestión de la clasificación de los materiales sedimentarios en grupos mayores se discute mucho menos que en las décadas pasadas (Grabau, 1904; Wadell, 1938; Pettijohn, 1948; Rodgers, 1950); la atención se ha desplazado hacia aspectos más específicos de materiales concretos, o a las cuestiones relacionadas con el análisis de cuencas y toda su problemática, incluyendo tasas de sedimentación y tectónica de placas (Walker, 1984; Dean, 1985; Arche, 1992; Vera, 1994, por ejemplo).

Sin embargo, a juicio del autor, las clasificaciones más usadas (Pettijohn, 1980; Blatt, Middelton y Murray, 1980; Tucker, 1994), en primer lugar, son discrepantes y sería conveniente alcanzar un acuerdo más generalizado; y, en segundo lugar, también parecen mejorables en algunos detalles.

Por otra parte, parece claro, desde un punto de vista epistemológico, y ya Grabau lo aplicó justamente a este tema hace casi un siglo (Grabau, 1904), que la precisión en las clasificaciones obliga a la precisión en el pensamiento por un lado, mientras, por otro, muestra nuestro conocimiento, de forma sintética, acerca del campo implicado. La elaboración de una clasificación implica tanto un intento por organizar nuestros conocimientos, como una representación esquemática de nuestras ideas o conceptos sobre esa cuestión.

Por esa razón, quizá no sea superfluo intentar colaborar en la homogeneización de ese campo con una propuesta matizada. Es evidente que, dado el elevado número de variables a manejar y la abundante aportación histórica ya acumulada (no siempre clarificadora), existe una notable dificultad de sistematización. Pero eso no debe ser obstáculo para

* Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales. Fac. de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. Polígono Universitario Cartuja. 18071 Granada.

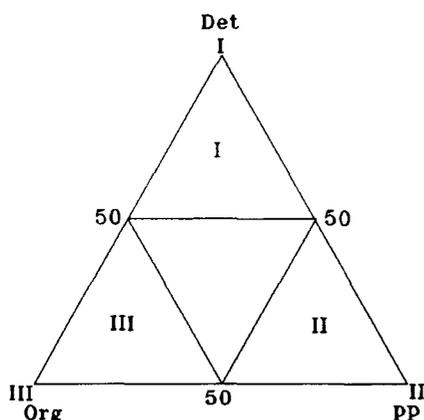


Fig. 1.—Clasificación de los materiales sedimentarios: I. MM. detríticos. II. MM. precipitados. III. MM. orgánicos.

intentarlo y conseguir una mayor coherencia entre las últimas aportaciones y las anteriores, especialmente si se piensa en los aspectos didácticos implicados y en la facilitación de su enseñanza-aprendizaje a los alumnos que se acercan a estos conocimientos geológicos por primera vez.

La clasificación en tres grandes grupos

La clasificación más sencilla manejada establece sólo dos grandes grupos de materiales sedimentarios: detríticos y no detríticos.

El primero queda bien definido y limitado, pero no así el segundo; éste, en primer lugar, se ha definido por exclusión («no detrítico») lo cual parece menos adecuado que hacerlo por caracterización. En segundo lugar, el estudio de la excesiva variedad de materiales que quedan dentro de él presenta, no pocas veces, ambigüedades e incluso algunas incoherencias.

Por ello, el autor propone dividir los materiales no detríticos en dos grandes grupos que, conceptualmente, quedan muy bien establecidos y netamente diferenciados (cf. Gallegos, 1993). Así, pues, se establece un primer orden de clasificación basado en los diferentes mecanismos de formación de los materiales sedimentarios:

Materiales sedimentarios: Materiales originados a partir de otros preexistentes, gracias a la acción de los agentes geológicos externos.

I. Materiales detríticos: Todos los materiales sedimentarios integrados mayoritariamente por partículas que han sido transportadas sólidas.

II. Materiales de precipitación: Materiales sedimentarios integrados mayoritariamente por las sustancias que han precipitado de una solución.

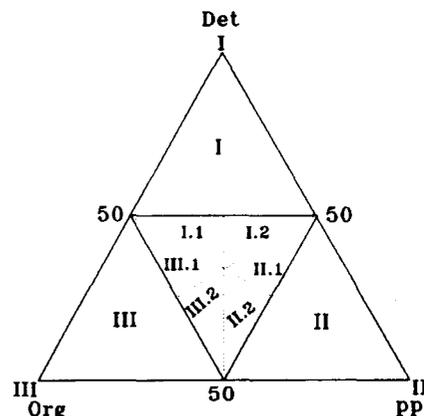


Fig. 2.—Diagrama ternario con indicación de los materiales intermedios: I.1. MM. DD. con restos orgánicos y cemento. I.2. MM. DD. con cemento y restos orgánicos. II.1. MM. PP. con detríticos y restos orgánicos. II.2. MM. PP. con restos orgánicos y detríticos. III.1. MM. OO. con detríticos y cemento. III.2. MM. OO. con cemento y detríticos.

III. Materiales orgánicos: Materiales sedimentarios compuestos mayoritariamente por restos de seres vivos.

Esta clasificación puede ser esquematizada en un diagrama triangular como el que se representa en la figura 1. Si se quiere matizar algo más, se pueden utilizar las denominaciones que se proponen para los términos intermedios en la figura 2.

Se imponen una serie de comentarios:

a) Los procesos sedimentarios incluyen, casi siempre, el depósito simultáneo de componentes de todos los tipos mencionados. Ello lleva a incluirlos en uno u otro grupo atendiendo a la naturaleza de la fracción mayoritaria que los integra.

b) Para el establecimiento de los grupos, se prefiere el criterio de procesos genéticos responsables de la acumulación (transporte como partículas sólidas; precipitación de una disolución; restos orgánicos). Con ello parecen quedar resueltas algunas situaciones espinosas, como la inclusión en el grupo II de los «travertinos» (entendidos aquí como resultado de precipitación de carbonatos sobre coramofitas), o el de los «estromatolitos» (resultado de precipitación de carbonatos sobre cianobacterias y organismos similares), modificando así la opción de Chafetz y Folk (1984). No es el mismo caso que el de los «coralarios», foraminíferos, etc., que tienen partes de su organismo compuestas por carbonato cálcico, depositado en ellas tras un proceso metabólico generalmente complejo; en este segundo caso quedarían incluidos entre los materiales orgánicos.

c) En la práctica, quizá no resulte fácil poder decidir a simple vista si una determinada roca (una caliza, como ejemplo más típico) debe ser incluida

entre los materiales de precipitación o los orgánicos (o incluso entre los detríticos, si es «clástica»). Pero esta dificultad (que sólo se podrá superar, a veces, con un estudio microscópico adecuado y más o menos complejo) no impide que, conceptualmente al menos, los grupos estén perfectamente definidos y delimitados. También el autor estima, con muchos otros (ver Wrigh, 1992, por ejemplo) que incluso en el caso de las calizas es posible separar los tres tipos: clásticas, de precipitación y orgánicas; no obstante, ante la postura adoptada por muchos estudiosos sobre las implicaciones entre los tres procesos, especialmente por lo que se refiere a las calizas arrecifales (Dunham, 1962; Ham, 1962; Embry y Klovan, 1971; Scholle *et al.*, 1983; Tucker y Wright, 1990), se considerarán las rocas carbonatadas como un grupo intermedio, y se describirán atendiendo, fundamentalmente, a sus rasgos texturales.

Estas dificultades prácticas se acentúan si se tienen en cuenta las complicaciones que la diagénesis puede introducir en este esquema básico, al remover iones variados y llevar a cabo reajustes mineralógicos; tal es el caso de la dolomitización de las calizas, o la acumulación y diferenciación de la sílice dispersa en el sedimento hasta formar nódulos u otras estructuras, como ejemplos muy frecuentes.

La subdivisión de los grandes grupos

Los materiales detríticos

En este campo, una vez aceptada la clasificación de Wentworth (1922, 1933), no aparece ninguna dificultad de especial relevancia. Sólo se sugiere una pequeña modificación de la propuesta anterior, por lo que se refiere a los límites de tamaños superiores a los 2 mm (en el grupo, pues, de las «Ruditas» de Grabau).

Para conservar la homogeneidad de la clasificación en todo el entorno de valores y la simetría con las

Tabla 1.— Clasificación propuesta para los materiales detríticos

Tamaño mm	Material suelto: Sedimento	Material consolidado: R. sedimentaria	Grupo
> 256	Bloques	Formación de bloques	Ruditas
256 a 16	Cantos	Conglomerados-Brechas	
16 a 2	Gravas		
2 a 1/16	Arenas	Areniscas	Arenitas
1/16 a 1/256	Limos	Limolitas	Lutitas
< 1/256	Arcillas	Arcillitas-Pizarras	

potencias negativas de 2 (2^{-4} y 2^{-8}), se sugiere tomar 2^4 y 2^8 ; esto parece más coherente y, desde luego, mucho más aconsejable desde el punto de vista didáctico. Para los granos de tamaño comprendidos entre 16 y 256 mm se propone utilizar el término de *cantos*, que corresponde al uso más generalizado de este término en nuestro idioma; se deja el término de *bloques* para los de tamaño mayor que ese límite.

Así pues, se puede sistematizar en la tabla 1 la clasificación propuesta aquí.

En esta propuesta se aprecia claramente que quedan perfectamente asumidas y delimitadas varias cuestiones todavía no recogidas en muchos libros de texto españoles. En primer lugar, el uso sedimentológico, ya de décadas, de eliminar el término «pudinga» y denominar «conglomerados» a las rocas de determinada granulometría (entre 2 y 256 mm) cuyos granos se presentan redondeados, y «brechas» a aquellas que los presentan angulosos. En segundo lugar, utilizar el término *pizarra*, *exclusivamente*, para referirse a una *roca sedimentaria detrítica de tamaño de grano inferior a 1/256 mm con laminación (u hojosisidad) marcada*; las rocas parecidas pero que han sufrido ya metamorfismo, recibirán nombres distintos, en función del grado de

Tabla 2.— Clasificación propuesta para materiales piroclásticos

Tamaño mm	Nombre	Material suelto: Tefra	Material consolidado: R. piroclástica	Grupo
> 256	Bloque volc.	Tefra de bl.	Aglomerado piroc.	Ruditas pirocl.
256 a 16	Canto volc.	Tefra de cant.	Brecha pirocl.	
16 a 2	Lapilli	Tefra de lap.	Toba de lapilli	
2 a 1/16	Arena	Arena volc.	Toba arenácea	Arenitas pir.
< 1/16	Ceniza	Ceniza volc.	Cinerita	Lutitas pir.

Tabla 3.—Clasificación de los materiales de precipitación

Composición	R. sedimentaria
Silíceas	Sílex ¹
Ferruginosa	Limonitas ²
Alumínica	Bauxitas ³
Fosfatada	Fosforitas
Sulfatos + Cloruros ⁴	«Evaporitas» ⁴

¹ Se asume el uso de reservar el término «calcedonia» para las variedades de sílice criptocristalina más puras y caracterizables, disminuyendo la importancia de términos muy conocidos (pero poco o nada utilizados en la literatura petrológica) como ágata, ónice, ópalo de fuego, jaspe y crisoprasa.

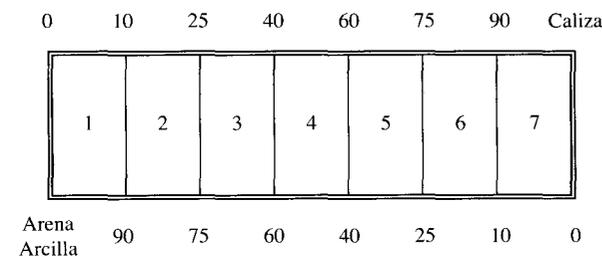
² Roca sedimentaria integrada mayoritariamente por óxidos e hidróxidos de hierro: las especies minerales goethita (FeO.OH α), lepidocrocita (FeO.OH β), ferrihidrita [Fe(OH)₃] y hematitas (Fe₂O₃).

³ Roca sedimentaria integrada mayoritariamente por óxidos e hidróxidos de aluminio: las especies minerales diásporo (AlO.OH α), bohemita (AlO.OH β), gibsita [Al(OH)₃] y corindón (Al₂O₃). De hecho, éstos van acompañados, prácticamente siempre, de una cantidad variable de limonitas y, muchas veces, de cantidades apreciables de sílice.

⁴ Es un nombre genérico de grupo para todas aquellas sustancias que, en condiciones naturales, sólo precipitan de la solución que las contiene si se evapora el disolvente. Entre las muchas especies minerales que se incluyen en este grupo, las más conocidas son los sulfatos yeso y anhídrita, y los halogenuros halita, silvina y carnalita.

metamorfismo alcanzado («filita» en metamorfismo de bajo grado, o «esquisto» si el metamorfismo ha sido más intenso). Finalmente, queda abierta la posibilidad de subdividir los grupos establecidos (especialmente las areniscas) atendiendo a otros criterios, como los de composición, que resultan muy interesantes, y que pueden ser introducidos en cursos universitarios.

Por su parte, los materiales piroclásticos también han venido siendo clasificados de maneras distintas (cf. p. ej.: Fisher, 1966; Le Bas y Streckeisen, 1991). Estimo que la división por tamaños debe acomodar-



- | | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| a) Areniscas-Calizas | b) Arcillas-Calizas («Margas», s.l.) |
| 1. Arenisca | 1. Arcilla |
| 2. Arenisca calcárea | 2. Arcilla calcárea |
| 3. Arenisca caliza | 3. Margocaliza |
| 4. Calcarenita s. st. | 4. Marga s. st. |
| 5. Caliza areniscosa | 5. Caliza margosa |
| 6. Caliza arenosa | 6. Caliza arcillosa |
| 7. Caliza | 7. Caliza |

Fig. 4.—Diagrama binario para materiales mixtos detrítico-calizos.

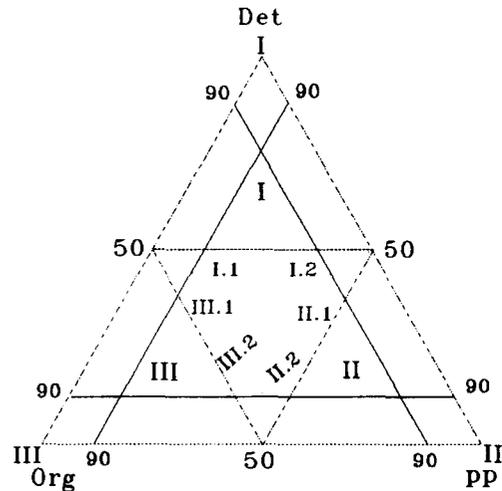


Fig. 3.—Materiales intermedios entre cada dos grandes grupos.

se enteramente a la de los materiales detríticos para que la homogeneización sea total; no obstante, las denominaciones sí pueden ser distintas, para reflejar su distinta naturaleza. Así pues, se asume la nomenclatura propuesta por Le Bas y Streckeisen (1991), con las modificaciones imprescindibles para tener en cuenta la división de tamaños superiores a 2 mm (tabla 2); de esta forma, el *lapilli* queda comprendido entre 2 y 16 mm, los *cantos volcánicos* serán de tamaño entre 16 y 256 mm y los *bloques volcánicos* serán los que superen ese límite.

Los materiales de precipitación

En este grupo, tal como viene haciéndose desde hace tiempo (Grabau, 1904; Krynine, 1948; Ham, 1962; Blatt *et al.*, 1980; Scholle *et al.*, 1983), resulta preferible realizar la subdivisión atendiendo a la naturaleza química de los materiales originados. Las razones fundamentales son dos:

- que es la composición química la principal responsable de los procesos de disolución y precipitación que los originan;
- que éste es el criterio comparativamente más fácil para identificarlos.

Por ello, en la clasificación propuesta (tabla 3), se siguen manteniendo los grupos comúnmente distinguidos, si bien eliminando de ellos todos aquellos materiales que no respondan mayoritariamente a una génesis por precipitación (como ya se ha fijado en el epígrafe 1) y las rocas carbonatadas.

Por lo que respecta a las rocas carbonatadas, está claro que algunas de ellas pertenecen, indudablemente, a este grupo, como es el caso de las calizas

Tabla 4.—Clasificación de las rocas orgánicas

Compuestas por partes mineralizadas de seres vivos	Carbonatadas (Caliza y Dolomías): estromatolitos, creta, de foraminíferos, de equinodermos (crinoiditas, si son de crinoides), de moluscos (lumaquelas), arrecifales (Tablas 6 y 7) Silíceas: Radiolaritas, Diatomitas, Otras (Espongiolitas).
Compuestas por la propia materia orgánica modificada	Enriquecida en C: Carbones (Tabla 5). Convertida mayoritariamente en hidrocarburos: Petróleos.
Otras	Fosfatadas: Guano.

estalactíticas; otras también son claramente incluíbles aquí, independientemente de que pueda haber colaboración de los seres vivos (los travertinos y los estromatolitos, tal como ya se han definido, aunque por conservar restos de las estructuras orgánicas, podrían ser consideradas como orgánicas). Pero, como ya se ha dicho, son muchos los casos en los que presentan cantidades variables de componentes, tanto orgánicos como detríticos, junto con la matriz micrítica y el cemento esparítico u otras sustancias diferenciadas durante la diagénesis, por lo que se estudiarán como grupo híbrido.

Los materiales orgánicos

En este grupo sigue pareciendo acertado el criterio de distinguir los materiales por su composición, aunque convendrá tener en cuenta el tipo de organismo que los integra en cada caso.

Por lo tanto, sin perjuicio de que cada uno de estos grupos se pueda subdividir y denominar con más precisión, se propone el esquema recogido en la tabla 4.

Tabla 5.—Clasificación de los carbones por su riqueza en C

% en C	Nombre
50-60 %	Turba
60-75 %	Lignito
75-90 %	Hulla
> 90 %	Antracita

La clasificación de los carbones

La clasificación de los carbones se viene realizando con diferentes criterios (Tomkeieff, 1954; Francis, 1961; Krevelen, 1961; Berkowitz, 1979, entre otros), no siendo de poca importancia los basados en los usos industriales. Desde el punto de vista didáctico, parece más conveniente, por ser un criterio fácilmente inteligible, conservar el que se deduce de la riqueza en Carbono; éste es el que se esquematiza en la tabla 5.

Los materiales intermedios entre los grandes grupos

Como ya se dijo al comienzo, es muy frecuente que las rocas sedimentarias estén compuestas por mezclas de componentes tanto detríticos como de precipitación, o contengan diversos restos orgánicos. En algunos casos, la frecuencia de algunos de esos materiales intermedios o las aplicaciones prácticas que han encontrado, ha conducido a estudiarlos con detenimiento e incluso a denominarlos con nombres específicos; el caso más elocuente quizá sea el de las «margas», rocas compuestas en proporciones variables por carbonatos y arcillas.

Aunque no todas las situaciones híbridas han sido estudiadas con el mismo detalle, para presentar una visión completa de este aspecto se conside-

Tabla 6.—Clasificación de las calizas

Textura con ligazón orgánica de los componentes	Organismos cormofíticos		Travertinos
	Organismos cianobacterias y similares		Estromatolitos
	Organismos arrecifales		Boundstone (tabla 7)
Textura sin ligazón orgánica de los componentes	Armazón esparítico (cristales)		Cal. recristalizadas
	Armazón micrítico	< 10 % granos	Mudstone
		> 10 % granos	Wackestone
	Armazón de granos	Con matriz	Packstone
		Sin matriz	Grainstone

Tabla 7.—Clasificación de las calizas arrecifales (Boundstone y sedimentos asociados) (tomada de Embry y Klovan, 1971)

Con estructuras de crecimiento orgánico	Org. que atrapan sedimentos	Bafflestone
	Org. incrustantes que fijan los sedimentos cubriéndolos	Bindstone
	Org. que construyen estr. rígidas	Framestone
Con granos > 2 mm (fragmentos de seres vivos)	Armazón de granos	Rudstone
	Armazón micrítico	Floatstone

ran aquí las tres combinaciones binarias posibles entre los tres tipos de componentes diferenciados; es el detalle que se ha añadido al diagrama ternario de la figura 2 y que constituye la figura 3. No obstante, dada la importancia de las rocas carbonatadas en el registro sedimentario, se estudiarán en primer lugar.

de arrecife. Por lo tanto, la clasificación quedaría como se muestra en la tabla 7; en ella, el término «granos» incluye tanto a los de procedencia detrítica (arenas, gravas, etc.), como a los restos de seres vivos (valvas, artejos, caparzones, etc.).

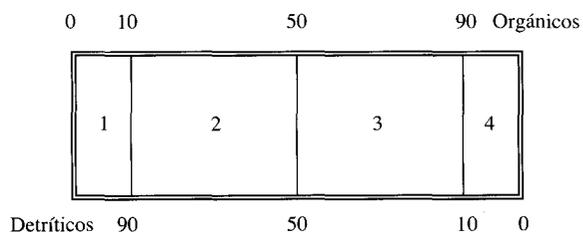
Materiales carbonatados (calizas y dolomías)

Materiales mixtos detrítico-precipitados

La subdivisión de las calizas se puede hacer siguiendo los criterios propuestos por Dunham (1962) (es la que se muestra en la tabla 6 ligeramente modificada), que es, al parecer, la clasificación más generalmente seguida (probablemente debido a la mayor simplicidad respecto de sus alternativas, como las de Folk, 1959 y 1962).

Las situaciones más frecuentes en que coexisten los materiales detríticos y los de precipitación en cantidades significativas, sin que vayan acompañados de restos orgánicos en la misma proporción, corresponden a arenitas y lutitas con carbonatos. Son los dos casos que se esquematizan en el diagrama binario de la figura 4, que se puede generalizar a otras granulometrías; en el caso de las areniscas-carbonatos se sugiere utilizar algunos términos familiares («calcarenitas» sobre todo, pero también otros: areniscas calcáreas, areniscas calizas, etc.) con un sentido restringido (el que corresponde al entorno reflejado en el diagrama).

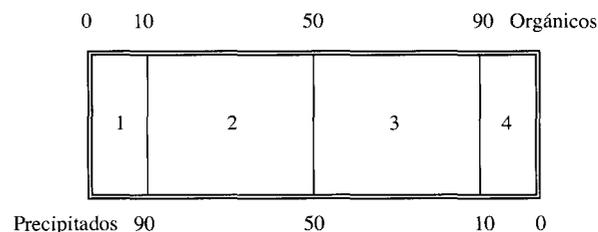
Las calizas arrecifales («Boundstones») se subdividen siguiendo a Embry y Klovan (1971) con ligeras modificaciones (incluidas las de James, 1984); esta propuesta tiene la ventaja de incluir las variedades clásticas que suelen originarse en ambientes



- 1. R. Detrítica (conglomerado, arenisca, etc.)

Conglomerado	nummulítica
Arenisca	ammonítica
Limolita	conchífera
...	etc.
Creta	arenosa
Lumaquela	limosa
Crinoidita	arcillosa
...	etc.
- 4. Roca orgánica (creta, caliza coralina, etc.)

Fig. 5.—Diagrama binario para materiales mixtos detrítico-orgánicos



- 1. R. Pp (caliza, dolomía, sílex, etc.)

Caliza	nummulítica
Dolomía	ammonítica
Fosforita	conchífera
...	etc.
Creta	caliza
Lumaquela	ferruginosa
Crinoidita	silícea
...	etc.
- 4. Roca orgánica (creta, caliza coralina, etc.)

Fig. 6.—Diagrama binario para materiales orgánico-precipitados.

Materiales mixtos detríticos-orgánicos

Entre los materiales con componentes detríticos y orgánicos no se encuentran tan detalladas las diferentes posibilidades de combinación, por lo que los intervalos a establecer en el diagrama correspondiente pueden ser más amplios. Es lo que muestra la figura 5.

En cualquier caso, resulta evidente que los datos explicativos del pie del diagrama no deben entenderse en el sentido de que existan todas las combinaciones posibles entre los términos ahí mencionados (o los implícitos en los puntos suspensivos); sólo se propone que los que se encuentran realmente en el campo se denominen siguiendo esos criterios.

Materiales mixtos orgánico-precipitados

En este tipo de materiales sí ha habido mayor diversidad de tratamiento de las rocas correspondientes debido, fundamentalmente, a la diversa valoración de la actividad de algunos seres vivos (arqueobacterias, cianobacterias, algas y plantas vasculares acuáticas especialmente) en la precipitación de algunas sustancias disueltas (carbonato cálcico, sobre todo, pero también hidróxidos de hierro, azufre y otros). En estos casos, como se insistió al principio, se prima el criterio de proceso (precipitación) sobre el de agente responsable del mismo.

De todas formas, desde un punto de vista general, para todas aquellas rocas en las que los componentes mayoritarios sean precipitados o restos orgánicos, se mantiene un diagrama similar al de la figura 5, evitando una excesiva proliferación de términos. También aquí resulta claro que, entre las alternativas posibles citadas en el pie de la figura 6, no se defiende que se den todas las combinaciones posibles entre los términos mencionados, sino que los ejemplares reales reciban sus nombres siguiendo esos criterios.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Profesor Vera Torres la atenta lectura del manuscrito y sus valiosas observaciones. Agradezco al anónimo revisor sus minuciosas precisiones.

Referencias

- Arche, A. (coord.) (1992). *Sedimentología*, 2 vols., CSIC, Madrid, vol. I, 543 págs.; vol. II, 528 págs.
- Blatt, M., Middleton, G., y Murray, R. (1980). *Origin of Sedimentary rocks*, Prentice Hall, New Jersey, 512 págs.
- Chafetz, H. S., y Folk, R. L. (1984). Travertines: Depositional morphology and the bacterially constructed constituents. *J. Sediment. Petrol.*, 54, 289-316.
- Dean, W. E. (1985). Classification of deep-sea, fine-grained sediments. *J. Sediment. Petrol.*, 55, 250-256.
- Dunham, R. J. (1962). Classification of Carbonate rocks according to depositional texture. En: W. E. Ham (ed.), *Classification of Carbonate Rocks*, Mem. Ass. Petrol. Geol. 1, Tulsa, Oklahoma, 108-121.
- Embry, A. F., y Klovan, J. E. (1971). A late Devonian reef tract of northeastern Banks Island, NW Territories. *Bull. Can. Petrol. Geol.*, 19, 730-781.
- Fisher, R. V. (1966). Rocks composed of volcanic fragments and their classification. *Earth Sc. Rev.*, 1, 287-298.
- Folk, R. L. (1959). Practical Petrographic classification of Limestone. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 43, 1-38.
- Folk, R. L. (1962). Spectral subdivision of limestones types. En: W. E. Ham (ed.), *Classification of Carbonate Rocks*, Mem. Ass. Petrol. Geol. 1, Tulsa, Oklahoma, 62-84.
- Francis, W. (1961). *Coals: Its formation and composition*, Arnold, Londres, 435 págs.
- Gallegos, J. A. (1993). *Claves Litológicas*, Public. Univ. Granada, 204 págs.
- Grabau, A. W. (1904). On the classification of sedimentary rocks. *Amer. Geol.*, 33, 238-247.
- Ham, W. E. (ed.) (1962). *Classification of Carbonate Rocks*, Mem. Ass. Petrol. Geol. 1, Tulsa, Oklahoma, 279 págs.
- James, N. P. (1984). Shallowing-upward sequences in carbonates. En: R. G. Walker (ed.), *Facies models*, Geoscience Canada, 213-228.
- Krevelen, D. W. van (1961). *Coal: Typology, chemistry, physics and constitution*, Elsevier, Amsterdam, 515 págs.
- Krynine, P. D. (1948). The megascopic study and field classification of the sedimentary rocks. *J. Geol.*, 56: 130-165.
- Le Bas, M. J., y Streckeisen, A. L. (1991). The IUGS systematics of igneous rocks. *J. Geol. Soc. London*, 148, 825-833.
- Pettijohn, F. J. (1949). *Sedimentary rocks*, Harper, Nueva York, 518 págs.
- Pettijohn, F. J. (1980). *Rocas sedimentarias*, Eudeba, Buenos Aires, 731 págs.
- Rodgers, J. (1950). The nomenclature and classification of sedimentary rocks. *Amer. J. Sc.*, 248, 297-311.
- Scholle, P. A., Bebout, D. G., y Moore, C. M. (eds.) (1983). *Carbonate depositional Environments*, AAPG, Mem. 33, Tulsa, Oklahoma, 708 págs.
- Tomkeieff, S. I. (1954). *Coals and bitumes and related fossil carbonaceous substances: Nomenclature and classification*, Pergamon Press, Londres, 122 págs.
- Tucker, M. E. (1994). *The fields description of sedimentary rocks*, Wiley, Londres, 122 págs.
- Tucker, M. E., y Wright, V. P. (1990). *Carbonate Sedimentology*, Blackwell, Oxford, 482 págs.
- Vera, J. A. (1994). *Estratigrafía*, Rueda, Madrid, 806 págs.
- Wadell, H. (1938). Proper names nomenclature and classification. *J. Geol.*, 46, 546-568.
- Walker, R. G. (ed.) (1984). *Facies models*. Geoscience Canada, 317 págs.
- Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.*, 30, 377-392.
- Wentworth, C. K. (1933). Fundamental limits to the sizes of clastic grains. *Science*, 77, 633-634.
- Wright, V. P. (1992). A revised classification of limestones. *Sediment. Geol.*, 76, 177-185.

Recibido el 29 de junio de 1995.
Aceptado el 24 de mayo de 1996.