

CALIZAS: TIPOS ROCOSOS

1. INTRODUCCION

Las clasificaciones de Folk y de Dunham establecen distintos tipos rocosos, definidos de acuerdo con sus componentes texturales (granos, matriz, cemento), que además de su interés petrográfico tienen una importante relación con la génesis de la roca.

Para Dunham los dos criterios fundamentales de clasificación son genéticos, ya que precisa distinguir entre lodo y cemento carbonatado, y entre fábricas granulares y ligadas durante la sedimentación. La clasificación de Folk puede utilizarse con criterios más descriptivos (atendiendo a la presencia de micrita o esparita como fase intersticial entre los granos, sin atender en principio a su origen), aunque normalmente también atribuye a dichos componentes significación genética y pueden establecerse equivalencias entre ambas clasificaciones.

No siempre es fácil diferenciar entre lodo y cemento o entre fábricas granulares y ligadas debido a la inestabilidad de los carbonatos, sobre todo cuando se trata de rocas antiguas más o menos recrystalizadas. En consecuencia, algunas rocas son difíciles de interpretar genéticamente y por tanto de clasificar. No obstante, estas rocas siempre admiten un análisis petrográfico en el que se tenga en cuenta únicamente el tamaño de la calcita (micrita o esparita) que se localiza en los espacios intergranulares, y de este modo pueden ser clasificadas desde el punto de vista descriptivo (clasificación de Folk). En este sentido cabe señalar que en las descripciones realizadas con fines aplicados son estos aspectos petrográficos descriptivos y no los genéticos los que tiene relevancia.

De acuerdo con las mencionadas clasificaciones los principales tipos rocosos considerados son los siguientes:

- Calizas ortoquímicas: Mudstone
- Calizas aloquímicas micríticas: Wackestone y packstone.
- Calizas aloquímicas espáticas: Grainstone.
- Calizas bioconstruidas, Biolitito: Bounstone.
- Calizas cristalinas.

La *caracterización petrológica* de cada uno de esos tipos rocosos incluye distintos aspectos que pueden agruparse en los siguientes apartados:

- *Definición*: características diferenciales (atendiendo a sus límites), otros nombres utilizados para el mismo tipo de roca y para rocas parecidas (variedades), rocas detríticas equivalentes y rocas con las que suele estar asociada.
- *Petrografía*: aspecto a escala de campo, macroscópico o de muestra de mano y con el microscópico petrográfico (MOP), características distintivas en cuanto a su mineralogía, componentes petrográficos, texturas, estructuras y porosidad.
- *Génesis* (origen del sedimento): fuentes del material, medios sedimentarios en que pueden presentarse (localización geográfica), ambientes de formación (características físicas, químicas y biológicas) y sus relaciones con las características petrográficas.
- *Diagénesis* (formación de la roca): procesos más importantes que afectan al material a lo largo de las distintas etapas diagenéticas y dentro de los diferentes ambientes diagenéticos y sus relaciones con las características petrográficas.

2. CALIZAS ORTOQUÍMICAS: MUDSTONE

Definición. Son calizas formadas mayoritariamente por matriz -depósito primario de grano muy fino- y pueden contener hasta un 10 % de granos tamaño arena (mayores de 60 μm). Los sedimentos de los que proceden son lodos y barros carbonatados, constituidos frecuentemente por finas agujas de aragonito que muy pronto se transforman en micrita: microcristales poliédricos de calcita de tamaño menor de 4 μm .

Pueden considerarse términos similares: *calizas ortoquímicas* de Folk (donde se incluye micritas, micritas fosilíferas y dismicritas), *mudstone* de Dunham, *calcilititas* y *calizas pelágicas* de Pettijohn y el más antiguo de *calizas litográficas* por el uso que se las ha dado.

Rocas detríticas equivalentes con las que las micritas además pueden estar asociadas son las lutitas, mayoritariamente arcillitas. También pueden presentarse materiales carbonatados algo más gruesos (limos) o más heterogranulares (lodos y fangos), así como mezclas de sedimentos detríticos y carbonatados de grano fino constituyendo las *margas* o presentarse intercalados alternando niveles detríticos y carbonatos en bandas más o menos finas.

Petrografía. Son calizas de aspecto criptocristalino, fractura concoidea, relativamente compactas y coherentes. Con frecuencia muestran color gris oscuro, debido a su contenido en materia orgánica. Suelen presentarse estratificadas, en bancos más o menos potentes, masivos y también a veces laminados.

Componentes. La micrita es el componente mayoritario y con frecuencia exclusivo: *micritas homogéneas*. Los granos, situados entre el 1 y el 10 %, suelen ser restos fósiles: *micritas fosilíferas*, los pellets generalmente son difíciles de distinguir. Las impurezas (componentes no carbonatados) más abundantes son las arcillas y la materia orgánica, también pueden presentar granos terrígenos, fundamentalmente cuarzo, en relación con suelos: *micritas edáficas*.

Textura. Lodosa en los sedimentos o criptocristalina en las rocas, siempre de grano muy fino; puede ser muy homogénea o más heterogénea, consecuencia en este caso de las estructuras presentadas. A veces presenta calcita espática en núcleos aislados: *dismicritas*, o microesparita y fina esparita con cierta disposición intergranular difusa: *micritas grumelares*.

Estructuras sedimentarias. Bioturbación, desde presentar pistas aisladas a removilización difusa del sedimento: *micritas bioturbadas*. Laminaciones, desde finas y bien definidas de origen inorgánico a más ondulantes de origen orgánico: *micritas laminadas*. Deslizamientos ("slump"), desarrollados en sedimentos blandos. Cavidades fenestrales, mostrando formas equidimensionales o elongadas según la estratificación rellenas de esparita: *dismicritas*. Estructuras geopetales, se forman en cavidades fenestrales que contiene conjuntamente micrita y esparita (en el depósito la micrita está debajo y la esparita encima).

Estructuras diagenéticas. Estratificación nodulosa, desarrollada en micritas ricas en arcillas. Nódulos, en rocas más impuras aparecen aislados. Estilolitos, en micritas de elevada pureza pueden alcanzar gran desarrollo. Núcleos cristalinos, son zonas recrystalizadas con límites difusos. Recrystalización grumelar, en micritas ricas en materia orgánica: *micritas grumelares*.

Porosidad. Es baja, asociada a la micrita, con poros muy pequeños de tipo matricial. Las dismicritas presentan grandes cavidades fenestrales en el depósito, pero se encuentran rellenas de esparita normalmente en las rocas por lo que su porosidad aún es menor.

Génesis. La fuente principal del material es la desintegración de algas verdes, en algunos depósitos la micrita es debida a la acumulación de nanofósiles (barros de cocolitofóridos, globigerinas, pterópodos) y también en parte está formada por las finas partículas generadas por erosión física o por organismos perforadores.

Medios. Mayoritariamente se generan en medios marinos que pueden ser: a) poco profundos, plataformas someras protegidas (mal comunicadas con el océano), lagunes detrás de una barrera, b) moderadamente profundos, en zonas de mar abierto (más hacia el centro de la cuenca), en ausencia de olas y corrientes. Se diferencian entre sí por la fauna (bentónica o planctónica) y las litologías asociadas. También pueden presentarse tipos especiales de micritas en medios continentales: lacustres y edáficos.

Ambiente. Se caracteriza: a) por ser calmado, de baja energía, en ausencia de corrientes fuertes, en caso contrario el lodo sufre transporte y no se deposita, b) por presentar condiciones (presión, temperatura, composición química, actividad orgánica) favorables a la precipitación de carbonatos, al depósito rápido de lodos y a su conservación, como ocurre en mares someros con desarrollo de importantes praderas de algas.

Diagénesis. Durante el depósito en aguas poco profundas suelen darse procesos de removilización y alteración del sedimento por organismos excavadores, y sus efectos pueden conservarse en las rocas como bioturbación. En los lodos aragoníticos uno de los procesos más tempranos que siempre tiene lugar es la transformación del aragonito en calcita, formándose micrita y dando lugar a la primera etapa de litificación.

La compactación, disolución y probablemente la cementación sin duda son importantes en las etapas iniciales, aunque normalmente no son observables (no quedan registradas en la roca). A partir de un cierto nivel de enterramiento comienza los procesos de disolución por presión y se forman estilolitos que pueden alcanzar gran desarrollo.

La recrystalización tiene gran importancia ya que son rocas de pequeño tamaño de grano y por tanto más susceptibles a recrystalizar. La micrita se transforma en microesparita y después en esparita neomórfica. Este proceso puede tener lugar de forma homogénea, afectando a todos los componentes, con aumento general del tamaño de los cristales; *calizas cristalinas*. También puede ser más heterogéneo con núcleos o zonas más recrystalizadas que pueden presentarse de distinta forma: a) núcleos cristalinos, cuando la recrystalización comienza en un sitio y avanza hacia fuera, formando parches con microesparita y en el centro esparita, dichos núcleos se relacionan con inhomogeneidades composicionales o texturales, b) disposición intersticial, cuando aparece la micrita disociada en grumos de tamaños y formas muy variadas, a veces con apariencia de peloides, rodeados de microesparita y fina esparita: *micritas grumelares*.

En determinados ambientes la dolomitización puede afectar a este tipo de rocas en etapas tempranas, manteniéndose el tamaño de los cristales de dolomita muy fino: *dolomicritas*, y no se aprecian grandes cambios en las características petrográficas de las rocas, tanto en su aspecto macroscópico como vistas en el microscópico petrográfico (dolomías penicontemporáneas).

Variedades

Micritas grumelares. Aparecen frecuentemente en depósitos lacustres de origen incierto. Presentan una textura característica, con pellets y peloides difusos y a veces con cavidades fenestrales también poco definidas. En general dicha textura parece secundaria, relacionada con procesos de recrystalización con segregación diagenética de microesparita y esparita, consecuencia de la alteración de micritas poco consolidadas ricas en materia orgánica. De acuerdo con la textura resultante también se conocen como dismicritas o dispellets.

Cretas. Limos formados por restos de nanofósiles (cocoasferas, foraminíferos) constituidos por calcita (no presentan aragonito) por lo que no sufren inversión, solo una ligera cementación. En consecuencia, dan lugar a calizas finamente cristalinas, muy porosas, poco compactas y poco coherentes.

3. CALIZAS ALOQUÍMICAS MICRÍTICAS: WACKESTONE Y PACKSTONE

Definición. Son calizas que presentan granos tamaño arena y matriz en proporción variable. La matriz corresponde al lodo o fango primario y se presenta normalmente en las rocas como micrita, puede haber algo de cemento pero siempre subordinado al contenido en matriz. La relación granos/matriz varía entre un límite superior: el permitido por el empaquetamiento de los granos, y un límite inferior: situado por definición en el 10 %, ya que en la naturaleza no existe este límite.

Las calizas *aloquímicas micríticas* pueden subdividirse de acuerdo con la naturaleza de los granos (clasificación de Folk): *intramicritas*, *oomicritas*, *biomicritas*, *biopelmicritas* y *pelmicritas* o con el tipo de textura (clasificación de Dunham): *wackestone* y *packstone*, las *wackestone* tienen pocos granos y por tanto los granos están flotando en la matriz, mientras que en las *packstone* hay muchos (60-80%) y están en contacto constituyendo el armazón de la roca. Si los granos superan los 2 mm de tamaño en un porcentaje significativo (superior al 10 %) se denominan *floatstone* cuando dichos granos están sueltos y *rudstone* cuando están en contacto, estas dos litologías suelen presentarse asociadas a las facies arrecifales.

Rocas detríticas equivalentes son las grauvascas (areniscas con abundante matriz arcillosa) con las que excepcionalmente pueden estar asociadas o también mezcladas dando lugar a *calizas impuras*, calizas con más o menos componentes terrígenos.

Petrografía. Son rocas de aspecto granular difuso, intermedio entre las mudstone (más masivas) y las grainstone (más granulares), de fractura más o menos rugosa, predominan también con frecuencia los colores grises y suelen presentarse estratificadas.

Componentes. Constituidas por matriz y granos, la matriz ahora puede presentar mayor tamaño: limos y fangos carbonatados y los granos pueden ser muy diversos. Folk agrupa los granos en cuatro tipos: intraclastos, oolitos, fósiles y pellets, y de acuerdo con ello establece los tipos de rocas: *intramicritas*, *oomicritas*, *biomicritas*, *biopelmicritas* y *pelmicritas*, entre ellas las más abundantes son las formadas por restos fósiles (biomicritas). Las impurezas más frecuentes son arcillas y materia orgánica aunque también puede haber granos siliclásticos.

Textura. El elemento fundamental es la relación granos/matriz, que permite distinguir entre texturas flotantes, soportadas por el lodo: *wackestone* y texturas granulares, con soporte de granos: *packstone*. El tamaño y calibrado, la forma y redondez, así como el grado de empaquetamiento de los granos puede ser muy variable. En general, dada la presencia de matriz, el calibrado y la redondez de los granos es baja normalmente: se trata en general de rocas poco maduras texturalmente. Cuando los granos son alargados (como por ejemplo los fragmentos de valvas) suelen presentarse orientados, generando rocas anisotrópicas.

Estructuras. Más o menos próximas a las de las mudstone o grainstone, según sea su contenido en lodo y en granos. Con cierta frecuencia presentan bandeados debido a la alternancia de niveles más ricos en matriz o en granos, a variaciones en el tamaño de los granos o también a variaciones en su forma. Durante la diagénesis, en función de la pureza de la caliza, los procesos de compactación pueden generar estratificación nodulosa y estilolitos.

Porosidad. En general es muy baja, asociada a la micrita y por tanto con pequeños poros de tipo matricial. Esto es debido a que los espacios intergranulares están ocupados por la matriz, en los granos abunda la micrita y en los formados por esparita carecen de porosidad.

Génesis. La fuente del material son los granos carbonatados, con frecuencia restos fósiles fragmentados y transportados, y abundante lodo carbonatado normalmente poligénico como las mudstone, predominado el generado por desintegración de algas verdes y por bioerosión.

Medios. Mayoritariamente se forman en medios marinos y pueden ser de dos tipos igual que en las mudstone: a) poco profundos, plataformas protegidas por barreras (lagunas, bahías) o plataformas algo más abiertas, se distinguen por contener fósiles bentónicos (ej.: bivalvos) y por su relación con depósitos intermareales (arcillas, sales), b) moderadamente profundos, zonas de mar abierto (más marginales dentro de la cuenca), se distinguen por contener fósiles pelágicos y presentar bancos monótonos; c) localmente otros medios más energéticos como los arrecifes, donde depositan alrededor de pantallas orgánicas protectoras que reducen la energía.

Ambiente. Se caracterizan por ser calmado, de baja energía, con corrientes débiles o poco persistentes como para llevarse el lodo (no se produce aventamiento) y también por darse condiciones favorables a la rápida formación de lodo carbonatado (praderas de algas).

Diagénesis. En etapas tempranas los granos pueden sufrir procesos de micritización dando lugar a peloides, también pueden formarse envueltas micríticas alrededor de granos. Durante el enterramiento la compactación afecta sobre todo al lodo y se ve amortiguada en los granos ya que el lodo impide su rotura, también inhibe la disolución de los granos, especialmente después del neomorfismo (paso del lodo a micrita). Al aumentar el enterramiento tiene lugar la disolución generalizada de la roca formándose grandes superficies de disolución por presión (estilolitos), donde determinados componentes pueden mostrar selectividad.

La recrystalización es igualmente un proceso importante dado que la matriz es más susceptible a recrystalizar que los granos. En primer lugar tiene lugar el paso de los lodos aragoníticos a micrita de calcita (inversión), después puede continuar el proceso de recrystalización de la micrita. Con frecuencia la recrystalización está influida por los granos (existe un control textural en la recrystalización) como se pone de manifiesto por la formación de orlas de esparita en sus bordes o formación de anillos de recrystalización sintaxiales. La calcita recrystalizada (seudoesparita) presenta los cristales más sucios, con inclusiones y bordes difusos. Cuando la recrystalización es muy elevada tienden a borrarse los bordes de grano, se puede entonces obtener los bordes de grano por la distribución de inclusiones, sobre todo en granos con envueltas micríticas o en oolitos ricos en materia orgánica.

En rocas con elevado grado de recrystalización es difícil distinguir entre packstone y grainstone, en este sentido algunas características distinguen a las packstone:

- Ausencias de texturas de cementación: los cristales con diferencias de tamaño, forma y orientación no están ordenados en relación con el borde de los granos como los cementos.
- El empaquetamiento de los granos puede ser más suelto, con frecuencia en alguna zona los granos dejan de estar en contacto y pasan a tener textura flotante.
- Aspecto más sucio o nublado de la calcita, consecuencia del mayor contenido en materia orgánica que presenta la matriz.

4. CALIZAS ALOQUÍMICAS ESPÁTICAS: GRAINSTONE

Definición. Son calizas compuestas mayoritariamente por granos tamaño arena (60-80 %) constituyendo el armazón de la roca y presentan cemento, mayoritariamente esparita, ocupando los espacios intergranulares. En depósitos recientes el cemento puede ser inapreciable y los espacios intergranulares son espacios vacíos. Las grainstone se caracterizan por la ausencia de matriz (lodo primario) o su presencia es local y subordinada al cemento. La relación granos/matriz tiene ahora muy pequeño margen de variación: su límite superior viene dado por el máximo empaquetamiento de los granos y el límite inferior por el mínimo, puesto que es necesario que los granos estén en contacto para que constituyan el soporte, la estructura o el armazón de la roca (si no hay matriz los granos tienen que tocarse en el depósito).

Puede considerarse términos equivalentes: calizas *aloquímicas espáticas*, donde a su vez se pueden establecer distintos tipos: *intraesparitas*, *oesparitas*, *bioesparitas*, *biopelasparitas* y *pelesparitas* (clasificación de Folk), *grainstone* (clasificación de Dunham) y *calcareenitas* (clasificación de Pettijohn), término usado incorrectamente como sinónimo de caliza arenosa.

Rocas detríticas equivalentes y con las que además pueden estar asociadas las grainstone son las areniscas tipo arenita (sin matriz arcillosa). También son relativamente frecuentes rocas intermedias o mezclas: calizas arenosas y areniscas calcáreas.

Petrografía. Son rocas de aspecto granular, clástico, con los granos más o menos redondeados, excepcionalmente cristalino (encrinitas), con fractura más rugosa (dependiendo del tamaño de grano) y con frecuencia de colores más claros. En general son rocas compactas y coherentes y suelen presentarse estratificadas.

Componentes. Los granos carbonatados pueden ser de diferente naturaleza y de acuerdo con los tipos de Folk (intraclastos, oolitos, fósiles y pellets) se tienen los correspondientes tipos de rocas (intraesparitas, oesparitas, bioesparitas, biopelasparitas y pelesparitas). Las más abundantes son las bioesparitas, formadas por restos fósiles más menos transportados (bioclastos). Los componentes no carbonatados que pueden presentar estas rocas son granos terrígenos, mayoritariamente granos de cuarzo, feldespato o líticos (impurezas en la caliza).

Textura. Ahora la textura es granular, el soporte de su estructura son los granos, los cuales pueden estar más o menos empaquetados dependiendo de sus características de tamaño y forma y también del enterramiento. En bioesparitas importa el calibrado de los granos (en fósiles tiene menos interés) y sobre todo la redondez para establecer la madurez textural: mal calibrados (submadura), bien calibrados y redondeados (supermadura). En general, las típicas grainstone son rocas bien calibradas, maduras texturalmente, más que los tipos rocosos anteriores. En los intraclastos se debe atender al grado de esfericidad y redondez (si están bien redondeados se denominan gravels), en los oolitos y pellets carece de sentido considerar ambos términos.

Estructuras sedimentarias. Presentan las típicas estructuras de las arenas: estratificación cruzada, estratificación gradada, orientación de granos cuando son alargados (valvas...).

Porosidad. Es muy variable y pueden presentar y coexistir distintos tipos de poros (más que las areniscas): intragranulares (en fósiles), intergranulares y móldicos por disolución de granos.

Génesis. Son rocas constituidas por acumulación de granos generados en la cuenca sedimentaria, frecuentemente son restos fósiles formados por fragmentos esqueléticos de tamaño arena que han sufrido un ligero transporte.

Medios. Se presentan en depósitos neríticos, poco profundos, propios de línea de costa o margen de plataforma (barreras, arrecifes), en canales de marea y cursos rápidos de agua, formando playas, bancos de arenas y barras más o menos sumergidas.

Ambientes. Son características de ambientes energéticos, con fuerte aventamiento (lavado de finos) por acción de corrientes fuertes y persistentes, capaces de llevarse el lodo y calibrar los granos, posteriormente en los poros deposita cemento.

Diagénesis. Los principales procesos que sufren estas rocas son la compactación que puede ir acompañada o no de disolución y la cementación que a veces tiene lugar en distintas etapas y ambientes, observando sus relaciones (granos rotos o disueltos, tipos de cemento, estilolitos...) puede establecerse el orden de dichos procesos (la historia diagénética de la roca).

La cementación es el proceso más significativo y puede observarse control que tienen los granos en el proceso, es decir como la mineralogía y estructura de la superficie de los granos influye en la nucleación del cemento: a) granos de equinodermos (monocristales de calcita) dan

cementos sintaxiales, pero la presencia de envueltas micríticas inhibe este tipo cemento, b) granos policristalinos dan orlas delgadas policristalinas, siendo por tanto favorables a la nucleación, d) en bivalvos las capas prismáticas presentan más cemento que las fibrosas, d) granos de calcita dan más nucleación de cemento de calcita que los cristales de aragonito.

La compactación hace que los granos se fracturen, este hecho puede tener interés para determinar el momento de la cementación respecto de la fracturación. Una secuencia normal es: a) cemento fino en orlas tempranas afectadas por la compactación (a veces hay dos fases de cementación con distinto contenido en Fe, siendo la última la más rica), b) fase de compactación y rotura de granos, c) cementación general, comúnmente con grandes cristales de cemento ricos en Fe que rellenan los poros y las fisuras producidas durante la compactación (las zonas donde no llegan los cementos tienen una génesis posterior); d) paralelamente pueden existir o no fases de compactación que generen disolución por presión afectando primero a los bordes de grano con microestilolitos y después disolución generalizada con formación de grandes estilolitos.

El neomorfismo puede hacer que la roca presente esparita de recrystalización (seudoesparita). En este caso pueden observarse las relaciones entre la cementación y el neomorfismo, por ejemplo muchos granos presentan orlas de micrita con esparita en el centro, en este caso hay que distinguir si la esparita es de recrystalización: más sucia, con sombras o inclusiones relictas, o es de cementación: más limpia, con límites más netos. El cemento primitivo de aragonito con frecuencia se conserva como calcita radiaxial (cristales elongados). Los criterios permiten distinguir la esparita de cementación de la seudoesparita de recrystalización son:

- Siempre existe alguna zona intersticial donde la esparita está asociada a micrita.
- Los cristales de esparita muestran cierta orientación en la superficie de los granos.
- La esparita se presenta en orlas muy definidas con espesor muy constante.
- Los cristales de esparita no presentan estructuras relictas, son más transparentes.
- En la esparita el contacto entre cristales es recto, neto, con los bordes bien marcados.
- La esparita suele presentar mayor variación de tamaños (cementos en drusa).

5. CALIZAS BIOCONSTRUIDAS O BIOLITITO: BOUNDSTONE

Definición. Son calizas constituidas mayoritariamente por construcciones orgánicas con estructura esquelética, formadas in situ, con los componentes ligados durante la sedimentación, por tanto son rocas coherentes desde el principio. El armazón de la roca está formado por el carbonato precipitado en las partes esqueléticas de los organismos, al que se suman los detritos atrapados y ligados por las partes blandas de dichos organismos, y también abundan los detritos depositados en las cavidades que deja el armazón. Dichas rocas son el resultado de la acumulación de diferentes constituyentes orgánicos y de sus detritos.

Pueden considerarse términos similares: *caliza bioconstruida*, *caliza arrecifal*, *biolitito* (de Folk), *boundstone* (de Dunham), *caliza biohermal* (de Pettijohn). Con frecuencia las calizas bioconstruidas están asociadas a calizas bioacumuladas de grano más o menos grueso (rocas estratificadas), donde pueden situarse las *rudstone* y *floatstone* (de Embry y Klovan), las *biomicrorruditas* (de Folk) y las *calizas biostromales* (de Pettijohn).

Estas calizas no tienen equivalente en otras litologías, constituyen unidades morfológicas y fisiográficas características: los arrecifes. Se trata de construcciones orgánicas situadas normalmente en el borde de la plataforma, propias de aguas someras donde forman relieves resistentes a las olas y con frecuencia dan lugar a importantes volúmenes de roca.

Petrografía. Son rocas masivas, sin estratificar, de aspecto heterogéneo, con grandes fósiles en posición de vida. Normalmente presentan colores claros, elevada coherencia y su compactidad varía, pasando de poco compactas inicialmente a muy compactas con la edad.

Componentes. Presentan estructuras esqueléticas crecidas in situ creando un armazón con formas arborescentes e incrustantes. El tipo de organismo que las genera ha cambiado en el tiempo: algas azules, estromatopóridos, briozoos, rudistas, escleractíneos. En menor medida colaboran otros organismos: esponjas, serpúlidos, ostreidos, gasterópodos... Las calizas biostromales están formadas por restos fósiles más menos movilizados (bioclastos) y a veces también por un sólo tipo de fósil, como las coquinas de bivalvos y encrinitas de crinoideos.

Textura. Puede describirse como arrecifal, orgánica o bioconstruída. Es una textura más compleja, que precisa ser observada a mayor escala, donde es posible distinguir zonas con un armazón compacto (fragmentone), formaciones arborescentes más dispersas (bafflestone) y zonas incrustantes y atrapadas (bindstone). Durante el crecimiento los organismos dejan abundantes cavidades donde puede depositar el lodo y posteriormente precipitar cemento, dando lugar a estructuras geopetales (el lodo debajo, marcando la horizontal del plano, y el cemento encima).

Porosidad. El armazón presenta inicialmente abundantes cavidades, son grandes espacios vacíos que con el tiempo van llenándose de lodo o fango y terminan cementándose, por tanto la elevada porosidad inicial de la roca queda prácticamente anulada con el tiempo.

Génesis. Son rocas generadas por organismos coloniales sedentarios que construyen esqueletos (como los actuales corales escleractinios) a la vez que atrapan en sus huecos o forman pantallas que retienen el sedimento, y también le ligan y cementan por su actividad incrustante (como las algas rojas coralinas). Las funciones realizadas por los organismos son: constructora, de atrapar y ligar sedimentos, y destructora por su actividad perforadora y la acción de las olas.

Medios. Se presentan en medios marinos litorales, más o menos separados de la línea de costa, en el borde de la plataforma, en zonas muy poco profundas (a veces con partes emergidas), con su máximo desarrollo hacia el mar abierto.

Ambientes. Son rocas propia de ambientes muy energéticos, de mares cálidos tropicales, generadas bajo la acción de las olas y corrientes, en lugares donde desarrollo de la vida es importante. La temperatura óptima es 25°C, nunca inferior a 10°C, la profundidad unos 10 m y no suele ser inferior a 25 m, y la salinidad normal 35 ‰, con pocas variaciones 27-40 ‰. Son ambientes de aguas agitadas y renovadas, con intercambio de oxígeno y CO₂ por la acción de las olas, aguas limpias y puras, lejos del alcance de la costa y por tanto sin aportes componentes terrígenos. Se trata de ambientes muy específicos, restringidos, bien localizados, por lo que son buenos indicadores paleoclimáticos y paleogeográficos.

Diagénesis. Los procesos desarrollados son muy importantes, como consecuencia de la alta porosidad y permeabilidad del depósito formado y la elevada circulación de fluidos, viéndose afectados también a veces por exposición subaérea.

Predominan los procesos de cementación y recristalización, aunque también tienen lugar procesos de bioerosión y sedimentación interna en las cavidades. El ambiente es favorable a la cementación temprana, con formación de cemento marino de calcita alta en Mg y de aragonito, (como puede verse en los septos de corales). Son rocas muy favorables a los procesos de recristalización y dolomitización, dado el flujo elevado de agua que circula por su seno facilitando el lavado del Ca y el transporte el Mg.

6. CALIZAS CRISTALINAS

Definición. Son calizas formadas por un mosaico de cristales de calcita tamaño esparita más o menos grueso, donde es difícil o imposible identificar la textura deposicional. El tamaño de los cristales puede variar de decenas de micras a varios milímetros, cuando son pequeños y homogéneos probablemente proceden de mudstone recrystalizadas, al aumentar el tamaño pasan de forma gradual de calizas cristalinas (rocas sedimentarias) a mármoles (rocas metamórficas).

Las clasificaciones de calizas (Folk, Dunham, Pettijohn) sólo consideran rocas con textura deposicional, por lo que este tipo de rocas solo se denominan: *calizas cristalinas*. Las rocas detríticas siliciclásticas equivalentes son las cuarcitas, que ya son rocas metamórficas. Aunque texturalmente son cristalinas como las rocas evaporíticas, genéticamente son muy diferentes.

Petrografía. Son rocas de aspecto cristalino fino a grueso y fractura más o menos rugosa según el tamaño de los cristales. Pueden presentarse en bancos masivos de gran espesor o estratificadas y laminadas, caracterizándose por ser rocas muy compactas y coherentes.

Componentes. Están formadas por cristales de calcita tamaño microesparita a esparita (ahora la esparita es neomórfica: pseudoesparita). Son cristales relativamente pequeños, más o menos equigranulares, equidimensionales y de formas anhedrales, distinguiéndose normalmente por ser limpios, con pocas inclusiones, bordes rectos y contactos con puntos triples (los cristales de dolomita son más euhedrales: tienden a mostrar rombos en sección). En general se trata de rocas con pocas impurezas de terrígenos, sobre todo de arcillas, ya que inhiben la recrystalización.

Textura. Cristalina de grano más o menos fino, preferentemente granoblástica, equigranular, alotriomórfica. A veces presentan texturas específicas: porfidicas, pioquiliticas o sacaroideas. El tamaño de los cristales indica el grado de cristalinidad de la roca, en ocasiones sus formas son alargadas (texturas anisótropas) señalando los procesos de deformación sufridos. Si se observa heterogranularidad, atender a la distribución de tamaños y ver si hay sombras de componentes aloquímicos o de restos fósiles: *texturas relictas*. **Estructuras.** Son frecuentes vetas, estilolitos y núcleos cristalinos (zonas de bordes difusos con cristales mucho mayores que el resto).

Porosidad. Sumamente baja (menor del 1 %), debida sobre todo a pequeñas fisuras ya que la roca matriz carece de poros. En superficie pueden sufrir procesos cársticos (poros vacuolares).

Génesis y diagénesis. Se generan por recrystalización durante la diagénesis a partir de cualquiera de los distintos tipos previos de calizas. Son propias de ambientes diagenéticos de soterramiento profundo con alta presión y temperatura (según el gradiente geotérmico), a veces con presiones dirigidas, y con la circulación de fluidos profundos más o menos hidrotermales.

El proceso que da lugar a estas rocas, y borra a su vez los procesos previos, es la recrystalización generalizada de la caliza primitiva. Este proceso siempre tiende a homogeneizar el tamaño de los cristales de calcita (si una caliza cristalina presenta heterogranularidad la caliza de la que procede era aún más heterogranular). Hay distintos procesos de recrystalización (porfiroide, coalescentes) que pueden observarse en rocas a medio transformar, pero si se completa el proceso y la recrystalización es total el resultado final es el mismo.

También estas rocas pueden presentar texturas relictas por variación en el tamaño de los cristales o por inclusiones en su seno (materia orgánica, óxidos de Fe) que permitan conocer los componentes de la caliza primitiva. Esto ocurre cuando la recrystalización es selectiva debido a dichas diferencias en el tamaño o pureza de los cristales, así la calcita pura recrystaliza mejor y los cementos mejor que los granos de micrita, siempre con más arcillas o materia orgánica.