

Apuntes de Sedimentología
Dr. José M. Martín (Universidad de Granada)

Tema 10.- **Diagénesis.** Concepto y generalidades sobre la diagénesis. Factores que la controlan. Fases y procesos diagenéticos. **La diagénesis en las diferentes rocas. Estructuras diagenéticas:** tipos y origen.

Los procesos diagenéticos transforman el sedimento en roca sedimentaria. Unas veces operan muy temprano, en el mismo contexto de sedimentación y se les considera “singenéticos” (también denominados sinsedimentarios y/o diagenéticos tempranos). Cuando operan más tarde y escapan al control del ambiente sedimentario se les califica como diagenéticos tardíos y se les denomina “epigenéticos”.

La diagénesis comporta transformaciones de índole física, por aumento de presión (presión de confinamiento) y la temperatura conforme se va enterrando el sedimento; transformaciones de índole mineralógica: cambios en las fases minerales hacia formas más estables en las nuevas condiciones de presión y temperatura, y de índole químico: disolución, cementación y reemplazamiento. En estas últimas (las químicas) juega un papel esencial el agua (subterránea) que circula a través de los sedimentos/rocas sedimentarias, aportando y/o removiendo “iones” en solución. En este tema vamos a abordar la diagénesis refiriéndonos a situaciones concretas en los sedimentos/rocas sedimentarias más representativas.



Conglomerado algo bioclástico, cementado (Prebético). Resaltan los cantos de cuarcita

En las rocas detríticas de grano grueso (conglomerados y arenas) el proceso diagenético principal es la cementación. En los conglomerados afecta mayormente a los que se califican como “clasto(grano)-soportados”, en los que la matriz detrítica fina está ausente

o es muy escasa. El cemento es intergranular (precipita en los huecos entre los clastos) y domina el de naturaleza carbonatada (calcítica). Un tipo especial de arenisca (arena cementada) es el “asperón” (variedad frecuentemente utilizada en España como “piedra molar o de molino”), con cemento de naturaleza ferruginosa.

En las rocas detríticas de grano fino (limos y arcillas) el proceso diagenético principal es la compactación. Ello comporta una significativa disminución de volumen, que puede llegar a reducirse hasta 1/10 parte del original, al desaparecer por completo todo el espacio de poros entre los clastos, lo que implica la expulsión del fluido intersticial: agua cargada en iones en solución, petróleo, etc. con lo que ello conlleva.

Rocas carbonatadas: calizas

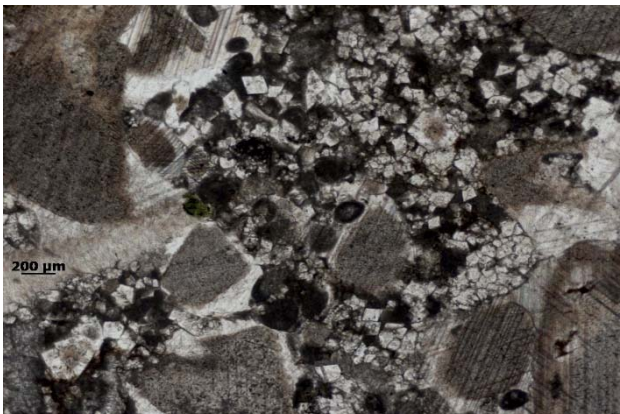
En las calizas las transformaciones diagenéticas son mucho más complicadas y complejas. Los procesos diagenéticos implicados son “neomorfismo”, “cementación” y “reemplazamiento”.

Neomorfismo

El “neomorfismo” abarca las “transformaciones minerales” y la “recristalización”. La recristalización comporta cambios en el tamaño de los cristales sin variación en su mineralogía. Normalmente es de tipo “agradante” (aumenta su tamaño) pero en algunos casos puede ser “degradante” (disminuye el tamaño de los cristales). Los cambios en la mineralogía son normalmente desde los minerales estables en el sedimento marino original: aragonito y calcita Mg, a la fase de carbonato cálcico omnipresente en equilibrio con las aguas “dulces” subterráneas: la calcita.

La transformación aragonito-calcita puede ser mediante sustitución mimética: “inversión” o, más comúnmente por disolución-precipitación. En esta última, el elemento aragonítico original se disuelve, se crea un “hueco” (se genera porosidad móldica) y posteriormente dicho espacio abierto se rellena por cemento.

La transformación calcita Mg-calcita puede ser también mimética: “disolución incongruente”, sin traza aparente del cambio, o mediante la llamada “exsolución”. En esta última se forma dolomita, en pequeña cantidad, como romboedros bien definidos, a partir del Mg contenido en la calcita original. La foto inferior muestra una caliza de crinoides (del Jurásico inferior Subbético), originalmente de calcita Mg, en la que aparecen pequeños cristales de dolomita, muy bien conformados, formados por exsolución.

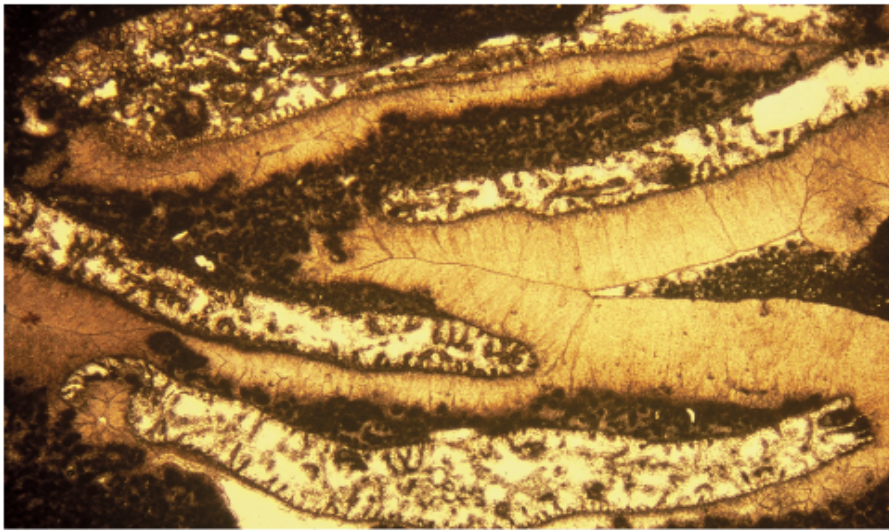


Cementación

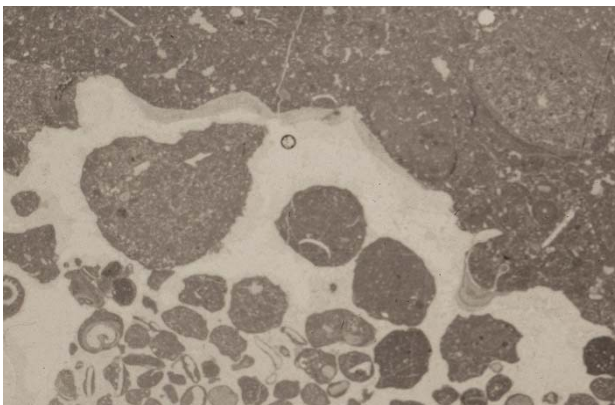
Los cementos rellenan los huecos presentes en la caliza (sedimento/roca sedimentaria). Aparte de los intergranulares, en las calizas existen otros muchos tipos de huecos a los que se hizo ya mención (ver Tema 7). Todos ellos pueden ser ocluidos en algún momento parcial o totalmente por cemento. La cementación sinsedimentaria es relativamente frecuente en los carbonatos tropicales. El cemento más común es de aragonito y su hábito fibroso.

CEMENTACIÓN EN CARBONATOS

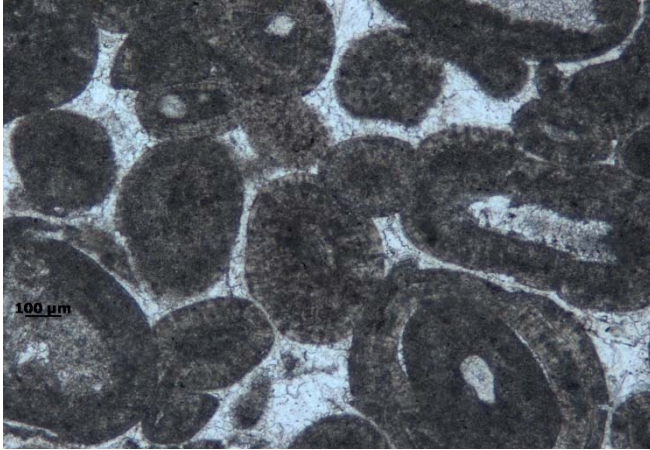
CEMENTOS SINSEDIMENTARIOS (ORIGINALMENTE ARAGONÍTICOS)
EN FACIES DE HALIMEDAS



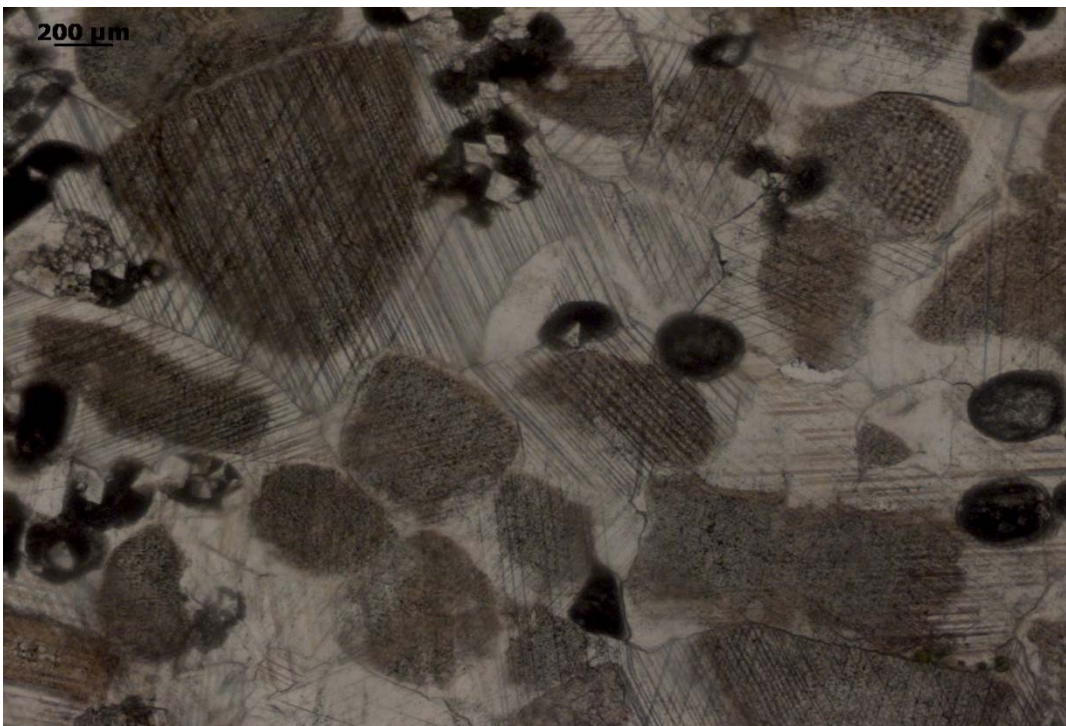
La cementación, sin embargo, es normalmente epigenética y está ligada a aguas dulces subterráneas (cargadas en bicarbonato cálcico disuelto) que circulan a través de los sedimentos y alimentan los acuíferos. En estos últimos encontramos dos situaciones: a) en su parte superior (zona de aireación o “zona vadosa”) el agua subterránea percola, por infiltración, lentamente hacia abajo. Aquí los cementos más comunes, de escasa entidad, son el “microestalagmítico” (foto inferior) y el de “menisco” (este último precipitado en pequeños conductos donde los granos están muy próximos entre sí).



En la zona de saturación permanente del acuífero el cemento más común es “en mosaico” (xenomorfo, policristalino, equigranular). El ejemplo mostrado corresponde a una caliza oolítica. El cemento, intergranular en mosaico, se localiza mayoritariamente entre los propios oolitos.



Excepcionalmente, caso de las calizas de crinoides (“encrinitas”) se forman los llamados “recrecimientos syntaxiales” (foto inferior). Los fragmentos de crinoides son megacristales (cristales únicos) de calcita y el cemento que precipita a su alrededor simplemente lo que hace es “recrecer” dicho cristal (nótese como las líneas de exfoliación de los grandes cristales atraviesan indistintamente el fragmento de crinoide, de aspecto más sucio, y el halo de recrecimiento, mucho más límpido, que lo bordea). La roca adquiere de este modo un aspecto típicamente “marmóreo” (a pesar de ser estrictamente sedimentaria). La muestra es de Sierra Elvira (Jurásico inferior Subbético).



Reemplazamientos

Los reemplazamientos más comunes en la caliza son por dolomita y por sílice. En el primer caso se forman las dolomías (ya tratadas en el Tema 7). En el segundo se genera el “sílex” (también conocido como “chert”, “flint” o “pedernal”). Los nódulos de “sílex”, muy abundantes en algunas calizas, son de forma y tamaño irregular (normalmente centimétricos-decimétricos). Se disponen generalmente paralelos a la estratificación. Se forman mediante procesos de disolución-reprecipitación de la sílice presente en el sedimento calizo que los engloba. Una situación muy común es que dicha caliza contenga abundantes restos de esqueletos silíceos de radiolarios y espículas de esponjas (originalmente de ópalo) que en la diagénesis (epigénesis) se van a disolver. Dicha sílice, movilizada en solución, va a reprecipitar (como cuarzo) a lo largo de los planos de estratificación de la caliza, sustituyendo al carbonato adyacente y reemplazándolo por sílice.

LOS NÓDULOS DE SILEX



Las capas de sílex más continuas se asocian normalmente a sedimentos síliceos biogénicos (diatomitas, radiolaritas, etc.) en los que la sílice original (ópalo) se ha disuelto y reprecipitado “in situ” como cuarzo.

Diagénesis de evaporitas: “el ciclo del sulfato cálcico”.

En la diagénesis de las evaporitas nos vamos a referir exclusivamente al yeso por ser la evaporita más abundante. Los yesos primarios (sedimentarios) más significativos son el balatino y la selenita. Ambos tipos de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) cuando se entierran, y al aumentar la presión y temperatura de confinamiento, pierden el agua y se transforman en anhidrita (CaSO_4). Esta última si se exhuma de nuevo a superficie (por levantamiento

tectónico, remoción por erosión de los sedimentos suprayacentes, etc.) se transforma otra vez a yeso.

Es lo que se conoce como “el ciclo del sulfato cálcico” (Murray, 1964). El yeso secundario (diagenético) que se genera es de aspecto muy diferente al original (primario). En la reacción de transformación de anhidrita a yeso:

100 volúmenes (de anhidrita) + 78 volúmenes de agua → 163 volúmenes de yeso 2º

Esta reacción de transformación comporta pues “100 volúmenes” de yeso secundario que permanecen “in situ” como transformación directa de la anhidrita (se genera una variedad de yeso blanco, compacto que se conoce como “alabastro”, de aspecto muy parecido al de la anhidrita), y un excedente de “63 volúmenes” de yeso, que es movilizado en solución y precipitado en zonas cercanas como “yeso fibroso” (en fracturas, venas, etc.), o como “yeso laminar” (también conocido como “yeso espejuelo” o “espejo de asno”) en grandes cavidades (cuevas, etc.). Como curiosidad cabe mencionar que grandes láminas transparentes de yeso de este último estilo fueron en su día extraídas por los romanos en canteras y utilizadas como “cristales” naturales para cubrir y proteger las ventanas de las casas.



*Cantera de alabastro
Ventas de Huelma (Depresión de Granada)*



Yeso fibroso (Granada)

En otro orden de cosas, el azufre nativo, resultado de la reducción bacteriana del sulfato cálcico en el curso de la diagénesis, aparece en algunos afloramientos estrechamente relacionado con las capas de yeso.



Azufre nativo asociado a yeso (Hellín)