

## Petrología sedimentaria. Notas de teoría.

### 10. Las rocas silíceas

Ana M. Alonso Zarza

Departamento de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias Geológicas.  
Universidad Complutense de Madrid. José Antonio Novais, 2. 28040 Madrid.  
[alonsoza@geo.ucm.es](mailto:alonsoza@geo.ucm.es)

**Resumen:** En este tema se analizan las rocas silíceas sedimentarias no detríticas (también denominadas “rocas de la sílice”), aunque quizás volumétricamente son menos importantes que otros tipos de rocas sedimentarias, algunas de ellas tienen un notable interés económico y además son relativamente frecuentes dentro de nuestro entorno cercano de la Cuenca de Madrid. Se analizará la mineralogía, textura, mecanismos de formación y procesos diagenéticos que sufren las rocas silíceas.

**Palabras clave:** Rocas silíceas. Cuarzo. Ópalo. Diagénesis.

#### MINERALOGÍA Y TEXTURA

Las rocas silíceas sedimentarias no detríticas están formadas por dos minerales principales: ópalo y cuarzo.

#### Ópalo

Puede ser de dos tipos:

**Ópalo A** es una sustancia amorfa en R-X, se parece al vidrio y tiene una “barriga” cerca de los 4 Angstrom. Es muy poroso e incluye bastante agua (4-9%). La sílice biogénica es de ópalo A, pero también se puede formar por precipitación inorgánica. Una variedad es el **ópalo precioso** que consiste en un empaquetado cúbico o hexagonal muy apretado de esferas de ópalo A, todas del mismo tamaño. Son partículas coloidales que crecen en soluciones sobresaturadas. El diámetro de las esferas (formadas a su vez por otras esferas) tiene que ser el adecuado (0,17-0,38 micras), como para difractar la luz visible y producir la iridiscencia de las gemas opalinas. Este tipo de ópalo es muy escaso.

**Opalo CT.** Está formado por cristobalita y tridimita. La cristobalita alterna al azar con capas de tridimita desordenadas según una dirección. En difracción se ve un pico doble a 4.1 y 4.3 Angstrom. Las lepisferas de ópalo CT están formadas por un

crecimiento interpenetrativo de pequeñísimas hojas de cristobalita y tridimita. El diámetro de las esferas (unas 5 micras), no supera la longitud de las láminas

El ópalo presenta texturas masivas, brechoides o globulares y también fibrosas (lussatita).

### **Cuarzo**

Es el mineral más estable. En los difractogramas muestra picos muy bien definidos. Se presenta como cristales de tamaños variados (megacuarzos, mosaicos mega, meso y criptocristalinos) que pueden formar anillos o rosetas. Un caso particular son los megacuarzos englobando inclusiones de anhidrita. Otras variedades del cuarzo son las formas fibrosorradiadas (calcedonita, cuarzina y lutecita).

## **ORIGEN DE LA SÍLICE EN AMBIENTES SEDIMENTARIOS**

Al igual que en el caso de los carbonatos la sílice forma parte de soluciones acuosas. En dichas soluciones puede estar en forma de ácido ortosilícico ( $\text{SiO}_4\text{H}_4$ ) o en forma iónica ( $\text{SiO}_4\text{H}_3^-$ ,  $\text{SiO}_4\text{H}_2^{2-}$ ). La sílice de estas soluciones tiene varios posibles orígenes:

- Procedencia endógena, en relación con emanaciones volcánicas, directamente o por emanaciones gaseosas.
- Transformaciones entre minerales del grupo de los filosilicatos.
- Descomposición o meteorización de silicatos.
- Sílice biogénica.

## **FÍSICO-QUÍMICA DE LA SÍLICE: SOLUBILIDAD y pH**

En la curva de solubilidad de la sílice en función del pH se observa que las distintas formas de la sílice (sílice amorfa, cuarzo, etc.) son poco solubles en pH inferiores a 8, es decir, aunque haya poca cantidad de sílice en el medio hay precipitación. Sin embargo, por encima de 9 la solubilidad aumenta mucho. Esto implica que pH inferiores a 9 favorecen la precipitación, mientras que pH más elevados favorecen la disolución.

## **TIPOS DE DEPÓSITOS**

### **Precipitación directa**

Hay pocos ambientes actuales en los que la sílice precipite más o menos directamente. Estos ambientes son los lagos costeros de Australia (Coorong) y los del

Este de Africa (Magadi). Ambos son lagos con pH muy alcalinos lo cual favorece la disolución de los materiales siliciclásticos que llegan a los lagos abastecidos por aguas fluviales más dulces. La entrada de estas aguas hace disminuir el pH favoreciendo la precipitación. La sílice no precipita directamente, sino a través de una fase intermedia que es la Magadiita (silicato sódico) que posteriormente se transforma en ópalo. Este proceso se da en condiciones relativamente restringidas. Entonces debemos preguntarnos: ¿Cómo se forman entonces las acumulaciones tan potentes de rocas síliceas del registro estratigráfico?

### **Silex estratificados o bedded cherts**

La acumulación de caparzones o restos esqueléticos síliceos da lugar a la formación de depósitos laminados de gran espesor que es lo que se conoce como sílex estratificados o bedded cherts. Organismos cuyo caparazón es síliceo son los radiolarios, las diatomeas, las esponjas y los organismos silico-flagelados. Los organismos extraen la sílice que está disuelta en el agua, a pesar de que las concentraciones sean muy bajas (10-15 ppm) y la utilizan para construir su caparazón. Un rasgo típico de estos depósitos es la gran abundancia de organismos síliceos de un tipo determinado. Estos depósitos, sobre todo las diatomitas son muy utilizadas en distintas industrias pues sirven como filtros, material absorbente, carga para pinturas, pastas dentífricas, etc.

### **Mineralogía y diagénesis**

Los caparzones de radiolarios y diatomeas están formados por ópalo A, es un ópalo amorfo, sin ninguna cristalinidad y que incluye moléculas de agua. Si se estudian depósitos de sílex estratificados de distintas edades se observa que la morfología del difractograma de R-X varía y cada vez los picos están mejor definidos cuanto más antiguos son los depósitos. Es decir la estructura cristalina del ópalo ha ido variando desde formas casi amorfas a formas cristalinas, más estables y ordenadas, como es el cuarzo, el paso se hace a través de una fase intermedia que es el ópalo CT. Estos datos se han obtenido a partir del análisis de sondeos profundos en el Pacífico, en el que los sedimentos de la parte superior están formados por ópalo A y los de la inferior por cuarzo. El proceso se denomina “[envejecimiento de la sílice](#)”. El mecanismo de transformación es un proceso de disolución-reprecipitación de la sílice, debido a la diferencia de solubilidades. Si se disuelve el ópalo A la solución puede estar sobresaturada en ópalo CT y cuarzo, precipita en primer lugar ópalo CT porque el cuarzo necesita mayor grado de ordenación y, por tanto, soluciones menos saturadas. Si el ópalo CT vuelve a disolverse puede precipitar cuarzo posteriormente. El producto final es un mosaico de cuarzo criptocristalino y calcedonita con escasas partículas biogénicas identificables. Estas transformaciones dan lugar a cambios relativamente bruscos de porosidad (con el enterramiento).

### **Silex nodulares o nodular cherts. “The flintstones”**

Se reconocen como nódulos de tamaños y formas variadas que aparecen sobre

todo en rocas carbonáticas, pero también en evaporitas y en arcillas. A veces se concentran a favor de planos de estratificación, pudiendo coalescer y formar capas más o menos continuas. Su mineralogía es de ópalo y/o cuarzo.

Las evidencias sugieren que se forman por reemplazamiento y cementación y, por tanto, son sílex diagenéticos. Si los minerales de la sílice están sustituyendo a materiales previos es un reemplazamiento, mientras que si rellenan huecos es una cementación.

¿De dónde procede la sílice y por qué precipita? La sílice diseminada en los sedimentos puede disolverse y ser reprecipitada de nuevo en forma de ópalo CT y/o cuarzo. Los cambios en el pH son los que controlan estos procesos. Parte de la sílice puede proceder de transformaciones de minerales de la arcilla. Puede también ser aportada por aguas subterráneas o superficiales, en este caso las zonas de mezcla de aguas ácidas (fluviales) con aguas más alcalinas (lacustres) son muy favorables para la formación de estos nódulos. También se reconocen frecuentemente silcretas, son suelos síliceos que se forman en condiciones en las que el pH se aproxima a 9.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bustillo, M.A. 2010. Silicification of continental carbonates. En: Alonso-Zarza, A.M. y Tanner, L.H. (Eds). Carbonates in continental settings. Geochemistry, Diagenesis and Applications. *Developments in Sedimentology*, v. 62, 153-178 pp.
- Hesse, R. 1990. Origin of Chert: Diagenesis of Biosiliceous Sediments. En: McIlreath, I.A. y Choquette, D.V. (Eds). *Diagenesis*. Geoscience. Canada. Reprint Series 4, 227-252.
- Hesse, R. 1990. Origin of Inorganic and Replacement Cherts. En: McIlreath, I.A. y Choquette, D.V. (Eds). *Diagenesis*. Geoscience. Canada. Reprint Series 4, 253-272.
- Scholle, P. A. y Ulmer-Scholle, D. S. 2006. *A color guide to the petrography of carbonate rocks: grains, textures, porosity, diagenesis*. American Association of Petroleum Geologists, AAPG memoir; 77, 474 pp.
- Tucker, M.E. 1991. *Sedimentary Petrology. An Introduction to the origin of sedimentary rocks*. (2ª Ed). Blackwell Sci. Publ, Oxford, 269 pp.
- Tucker, M.E. 2001. *Sedimentary Petrology. An Introduction to the origin of sedimentary rocks*. (3ª Ed). Blackwell Sci. Publ, Oxford, 262 pp.

Recibido: 19 octubre 2010.

Aceptado: 2 diciembre 2010.