

Rocas calcáreas de uso industrial en la provincia de Castellón

Industrial Limestone Rocks in the Castellón province, Spain

Sergi Meseguer¹, Teófilo Sanfeliu¹ & Manuel M. Jordan²

¹ Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental, Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Universidad Jaume I, Campus de Riu Sec s/n. 12080 Castellón. Spain (e-mail: smesegue@sg.uji.es).

² Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández, Elche. Avda. de la Universidad s/n. 03202 Elche (Alicante). Spain.

Resumen: La piedra extraída de la Naturaleza es uno de los materiales más antiguos utilizados por la humanidad, en sus condiciones de constructor. Estos materiales destacan por su gran resistencia mecánica a la compresión y su resistencia a los agentes atmosféricos, además de tener cierto valor ornamental, son la materia prima de casi todos los materiales de construcción, así como de aplicación tan diversa como en la fabricación de vidrio, en procesos de neutralización de impacto ambiental, agricultura, fabricación de papel, etc. La provincia de Castellón, situada en el sector oriental de la Cordillera Ibérica, presenta gran relevancia debido a la gran cantidad de rocas carbonatadas, pertenecientes mayoritariamente al Mesozoico, concretamente dentro del Jurásico y del Cretácico. En el que la tectónica determinó el desarrollo de ambientes de plataforma, originando con el paso del tiempo estos preciados materiales carbonatados. La caracterización y el estudio de estos materiales a diferentes niveles pasa por ser primordial para la óptima y correcta explotación, proceso y utilización de las rocas calizas o de sus derivados.

Palabras clave: Cordillera Ibérica, caliza, minerales industriales, aplicación de rocas calizas, provincia de Castellón.

Abstract: *The extracted stone of the Nature is one of the oldest materials used by the humanity as a builder. This material stands out by its big compression mechanical resistance and its resistance to the weathering, apart from its ornamental value, is the raw material of the most building materials, so that, in glass manufacture, environmental impact neutralization process, agriculture, paper manufacture, etc. Castellon province, setting in the oriental sector of the Iberian range, presents a substantial importance by the large amount of carbonate rocks, which belong widely to the Mesozoic era, more specifically to the Jurassic and Cretaceous period, where the tectonic caused the development of platform environments, being the source together with the time of these prized materials. The characterization and the study of these materials, in several ways, pass to be essential in order to get the most favourable and correct way in the use and application of the carbonate rocks.*

Key words: *Iberian range, limestone, industrial minerals, limestone rocks application, Castellon province.*

INTRODUCCIÓN

La caliza es una roca sedimentaria porosa de origen químico, formada mineralógicamente por carbonatos, principalmente carbonato de calcio. Cuando tiene alta proporción de carbonatos de magnesio se le conoce como dolomita. Petrográficamente tiene tres tipos de componentes: granos, matriz y cemento. La fórmula de la caliza es $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Es una roca muy importante como reservorio de petróleo, dada su gran porosidad. Tiene una gran resistencia a la meteorización, cosa que ha permitido que muchas esculturas y edificios de la antigüedad tallados en dichas rocas hayan llegado hasta nuestros días. Sin embargo, la acción del agua de lluvia y los ríos provoca la disolución de la caliza, creando un tipo de meteorización característica denominada kárstica.

La roca caliza es un componente importante del cemento gris usado en las construcciones modernas y también puede ser usada como componente principal, junto con áridos, para fabricar el antiguo mortero de cal, como componente en materiales cerámicos, en pasta grasa para creación de estucos o lechadas para "enjalbegar" (pintar) superficies, así como otros muchos usos por ejemplo en industria farmacéutica o peletera. Finalmente, se puede considerar como un recurso natural, no renovable, perteneciente al grupo de recursos minerales no metálicos.

LA CALIZA Y SUS APLICACIONES

Desde la antigüedad el uso de la cal y la caliza ha representado un papel muy importante en la existencia de la actividad humana. Desde los griegos y romanos que la utilizaron como un agente químico para

blanquear tejidos como el lino y así como para usos agrícolas. Una parte muy importante de explotación de calizas se utiliza como áridos con finalidad en diversas actividades como: agricultura, industria química, procesos metalúrgicos, como carga de tratamientos medioambientales y otros usos. Las calizas son rocas de gran importancia por el nivel de consumo en diversos sectores como construcción, químico, siderometalúrgico, agroalimentario y medioambiental, siendo los principales campos de aplicación: aglomerantes (cementos), cerámica, vidrio, papel, cargas, fundentes, aditivos, correctores, absorbentes, abrasivos, y descontaminantes, entre otros usos. Por su importancia comercial, los principales derivados de las calizas son la cal, el carbonato de calcio y el cemento.

La industria de cemento Pórtland representa después de los áridos de construcción el mayor consumidor de caliza. Aproximadamente cada planta utiliza en la fabricación de cemento más del 80% de caliza o derivados. La denominación de Cemento Pórtland con filler Calizo Tipo II-F es un conglomerado hidráulico constituido a base de clinker Pórtland en proporciones comprendidas entre el 85% y el 95% en masa y filler calizo en proporciones entre el 5% y el 15%. El clinker Pórtland es un producto artificial obtenido por calcinación y sinterización (clinkerización) de los crudos. Los crudos de clinker Pórtland son mezclas con una finura, homogeneidad, y dosificación óptima realizado a partir de materias primas calizas y arcillosas o similares que contienen: cal (CaO), sílice (SiO₂), alúmina (Al₂O₃), óxido férrico (Fe₂O₃), y pequeñas cantidades otros óxidos minoritarios. Finalmente, el cemento Pórtland, es un producto fabricado por una mezcla de ingredientes naturales y sintéticos en el que participan la cal, sílice, alúmina y sulfatos en unas determinadas proporciones químicas. El proceso de fabricación comprende tres etapas básicas: abastecimiento de materiales, calcinación, y molienda final. Por otra parte, el requerimiento principal para la fabricación de cemento Pórtland es que el contenido de carbonato de magnesio debe ser menor al 3%, y respecto al óxido de magnesio debe ser menor al 5%. Además, se debe controlar la relación CaO/SiO₂, la cual no debe ser superior a 2.

En la fabricación de cal el consumo de caliza representa uno de los destinos de mayor importancia después de la fabricación de cemento Pórtland. Debido a su alta reactividad y a su poder de neutralización de los ácidos presenta diversas aplicaciones en la industria y en procesos químicos (tratamiento de aguas, procesado de alimentos, control de emisiones de SO₂ y neutralización de aguas ácidas de minas). La caliza para la fabricación de cal debe ser de gran pureza, con contenidos superiores al 95% de carbonato total. Por otra parte, se tiene que controlar las impurezas (sílice, alúmina, hierro, fosfatos, y sulfuros) así como su distribución de tamaño de partícula.

MARCO GEOLÓGICO DE LAS CALIZAS INDUSTRIALES DE CASTELLÓN

Las calizas explotadas en la provincia de Castellón se encuentran fundamentalmente englobadas en materiales Jurásicos y Cretácicos, pertenecientes a la Cordillera Ibérica. Estos materiales se encuentran representados y distribuidos a lo largo de toda la provincia de Castellón, de ahí su importancia histórica como recurso natural aprovechado desde épocas muy antiguas. Se pueden destacar los trabajos de diversos autores que hacen referencia a la geología de la provincia de Castellón como: Canerot; Sanfeliu, Salas, etc.

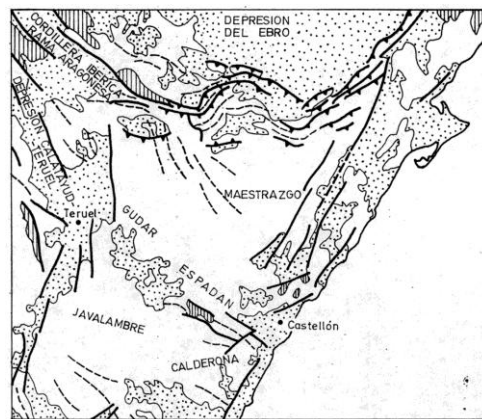


FIGURA 1. Esquema geológico del sector oriental de la Cordillera Ibérica (Sanfeliu, 1985).

El margen oriental de la Península Ibérica comprende una extensa área que engloba la Cordillera Ibérica, la Cuenca del Ebro, la Cordillera Costero-Catalana y Menorca. Esta zona es durante el Mesozoico un área muy marginal, en la que gracias al hundimiento y basculamiento de bloques a lo largo de fallas normales, pueden diferenciarse una serie de cubetas o pequeñas cuencas, en las que penetran aguas relativamente profundas, separadas por límites claros. Podemos distinguir la cuenca de Salou-Garraf, el límite del Priorat-Prades, la cubeta del Perelló, el límite del Caro-Montsià, la cuenca del Maestrazgo, el límite Ejulve-Maestrazgo meridional, la cubeta de Aliaga-Peñagolosa, la cuenca de Oropesa, el límite Ibérico sur oriental (límite de Valencia o de la Serra d'Espadà) y la cuenca o golfo de Albacete.

La Cordillera Ibérica constituye un conjunto montañoso orientado NW-SE. Esta cordillera ha sido descrita por Julivert et al. (1977) como una cadena de tipo "intermedio" (aulacógeno) situada en el interior de la Placa Ibérica, y aunque se desarrolla durante el ciclo alpino, ni la evolución sedimentaria ni el estilo de plegamiento son propios de una cordillera de tipo alpino. Las estructuras resultantes de esta muestran las características de una tectónica de zócalo y cobertera. El zócalo (sedimentos Precámbricos y Paleozoicos) presenta una acentuada fracturación en bloques, que en

algunos puntos llega a cabalgar claramente a la cobertera. La cobertera (sedimentos Mesozoicos y Paleógenos) se adapta al zócalo cuyo resultado es la aparición de estructuras de revestimiento y, en parte, dando plegamientos a favor de despegues más o menos importantes.

El Mesozoico de la Cordillera Costero Catalana y del sector oriental de la Cordillera Ibérica se puede dividir en cuatro grandes unidades estratigráficas limitadas por discontinuidades o grandes Secuencias de Depósito (supersecuencias) en el sentido de Vail et al. (1977).

1	Triásico (Pérmico sup. - Retiense)
2	Jurásico (Hettangiense - Berriasiense)
3	Cretácico inferior (Berriasiense terminal - Albiense medio)
4	Cretácico superior (Albiense superior - Senoniense)

TABLA I. Unidades estratigráficas del Mesozoico de la Cordillera Ibérica.

Estas supersecuencias depositacionales están limitadas por cuatro grandes discontinuidades que pueden presentarse como disconformidades y/o discordancias angulares. Al mismo tiempo se observa, a gran escala, como el grado de recubrimiento expansivo (onlap) aumenta considerablemente en cada supersecuencia respecto a la subyacente. Cabe destacar, que las cuatro grandes secuencias de depósito o supersecuencias son correlacionables con los superciclos globales de cambios relativos del nivel del mar de Vail et al., mientras que las secuencias de depósito menores lo son con los ciclos de tercer orden o con grupos de ellos. Salas y colaboradores, establecen un modelo en el que dividen la evolución de la cuenca en la etapa rift en cuatro etapas durante el Mesozoico, dichas etapas se sintetizan en la TABLA II.

1.-Rift Triásico	Cuencas tipo semigraben dominadas por ambientes continentales que evolucionan a amplios rifts donde sedimentan materiales marinos de aguas someras. La supersecuencia Triásica está formada por conglomerados, areniscas y lutitas (facies Saxoniense y Buntsandstein) y carbonatos, arcillas y evaporitas (facies Muschelkalk y Keuper).
2.-Postrift Jurásico medio y superior	Subsidencia térmica y deposición de brechas calizas, evaporitas y calizas, en ambientes de plataforma mayoritariamente.
3.-Rift Jurásico superior	Formación de cuencas menores muy subsidentes, en las que llegan a depositarse grandes espesores de sedimentos
4.-Postrift Cretácico superior	Disminución de la actividad tectónica y continuación de las condiciones de subsidencia térmica.

TABLA II. Evolución tectonosedimentaria durante el final del Mesozoico en el margen oriental de Iberia según Salas et al., (1995).

Finalizada la sedimentación de los materiales cretácicos se sucede la orogenia Alpina, a la que le sigue una etapa distensiva que tiene lugar una vez cesa el periodo compresivo en el Mioceno inferior, dominan en este ámbito un sistema de fosas formadas por

fracturación paralela a la costa, que originará el hundimiento de la costa valenciana en evolución progresiva de norte a sur, formándose grabens, como el del Maestrazgo, paralelos a la costa. La erosión de los macizos elevado y el relleno Mioceno superior – Plioceno originan nuevos relieves. Posteriormente, en el Plioceno superior una segunda fase distensiva, flexura de abombamiento y reactivación de las fracturas con el consecuente basculamiento delimitan las depresiones, las cuales reciben los aportes detríticos que descansan discordantes procedentes de la erosión fosilizando las estructuras yacentes. Una nueva reactivación de las fracturas facilita la erosión y acumulación de materiales detríticos: conos aluviales, glaciares y terrazas que fosilizan en el Pleistoceno medio las deformaciones de esta época (Sanfeliu, 1985). Las condiciones climáticas favorecieron la continuidad del ciclo erosivo-sedimentario, continuándose la formación de depósitos de piedemonte con morfologías de glaciares en las fosas del Maestrazgo y las zonas costeras (Sanfeliu, op cit.).

CARACTERIZACIÓN DE ROCAS CALIZAS

La caracterización de los materiales carbonatados es determinante para el conocimiento y valoración de las propiedades, usos y aplicaciones más óptimos para conseguir una correcta utilización. El destino de cada material vendrá determinado por las características y el nivel de exigencia del cual se precise.

%	M-1	M-2	M-3	M-4
SiO ₂	4,450	15,900	6,540	8,990
Al ₂ O ₃	0,180	0,797	0,256	0,675
Na ₂ O	0,000	0,000	0,000	0,000
K ₂ O	0,112	0,337	0,109	0,331
CaO	53,000	44,900	50,900	48,400
MgO	0,167	0,311	0,177	0,213
Fe ₂ O ₃	0,110	0,287	0,276	0,311
TiO ₂	0,004	0,050	0,012	0,029
MnO	0,002	0,004	0,004	0,007
P ₂ O ₅	0,239	0,599	0,822	0,634
SO ₃	0,058	0,491	0,200	0,215
SrO	0,091	0,121	0,093	0,154
L.O.I.	42,98	36,31	39,98	41,04
TOTAL	101,39	100,11	99,37	101,00

TABLA III. Resultados de composición química (FRX) de calizas de la zona subtubular de la cuenca del Maestrazgo.

En la figura 2, se muestra, de manera sintética, un esquema con algunos de los ensayos a realizar para la caracterización de rocas calizas. Los ensayos son complementarios y determinantes a la hora de poder conocer y valorar el comportamiento de estos materiales.

En la tabla III y en la figura 3, se muestran algunos resultados de la caracterización química y mineralógica de carbonatos del Cretácico inferior de la zona subtabular del Maestrazgo.

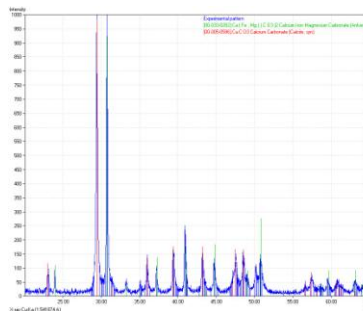


FIGURA 3. Difractograma de caliza formada principalmente por calcita y ankerita.

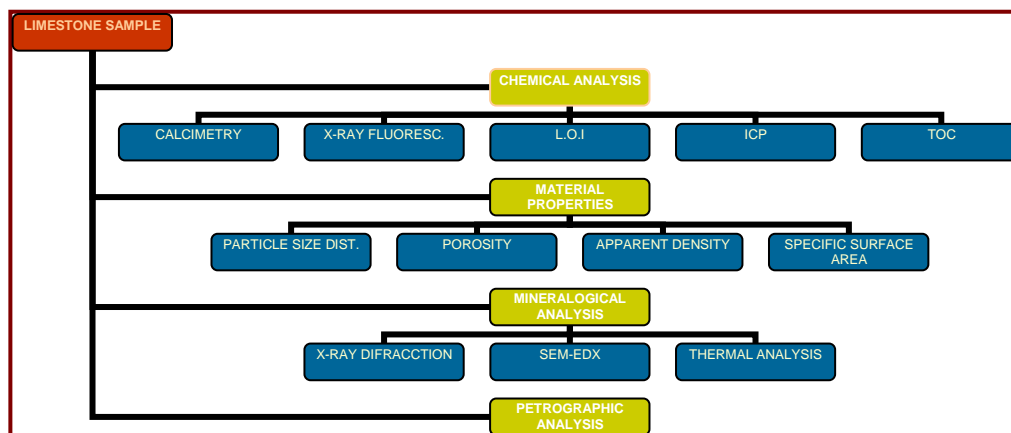


FIGURA 2. Esquema sintético de algunos ensayos analíticos a realizar para la caracterización de una roca caliza.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su más profundo agradecimiento a Cantera La Torreta S.L. y a la Cámara de Industria Comercio y Navegación de Castellón por su colaboración con la Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental del Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural de la Universidad Jaume I de Castellón.

REFERENCIAS

Albert, J.F. *et al.* (1992): *Història Natural del Paísos Catalans vol. III*. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona 1986, 451 pp.

Canerot, J.A., *et al.* (1973): *Mapa Geológico 1:50.000 de Vinaroz (segunda serie, primera edición)*. Hoja nº 571, IGME 1973.

Flügel, E. (2004): *Microfacies of Carbonate Rocks: Análisis, Interpretation and Application*. Springer-Verlag, 2004, 976 pp.

Julivert, M., Fontboté, J.M., Ribeiro, A. y Conde, L. (1977): *Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares (E: 1/1.000.000)*. IGME. MADRID.

Martín, J.D.; Sanfeliu, T.; Ovejero, M. & de la Fuente, C. (1999): *Rocas ornamentales de la Provincia de Castellón*. Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura, Tomo LXXV, Enero-Junio 1999, Cuad. I-II: 201-213.

Salas, R., Martín-Closas, C., Querol, X., Guimerà, J. y Roca, E. (1995): *Evolución tectosedimentaria de las cuencas del Maestrazgo y Aliaga-Penyagolosa durante el Cretácico inferior*. En: El Cretácico inferior del Nordeste de Iberia. R. Salas y C. Martín-Closas (eds.). Publicaciones Universidad de Barcelona, pp. 13-94.

Sanfeliu, T. (1985): *Estructura y litología de Castellón*. En: La Provincia de Castellón de la Plana. Tierras y Gentes. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Castellón. Cap.1: 13-36.

Sanfeliu, T. y Fabregat, V. (1982): *Geometría de las dolomías jurásicas de la sierra de Irta*. Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura.: 133-150.

Tucker, M. & Wright, V. P. (1990): *Carbonate sedimentology*. Blackwell Science, Oxford, United Kingdom, 482 pp:

Vera, J.A. (2004): *Geología de España*. IGME, Madrid, 806 pp.