

DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS ZONAS PERSPECTIVAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE BENTONITAS EN EL SURESTE DE ESPAÑA.

Costafreda, J.L.⁽¹⁾, Calvo, B.⁽¹⁾ y Parra J.L.⁽¹⁾

⁽¹⁾Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Departamento de Ingeniería Geológica. C/ Ríos Rosas, 21. 28003. Madrid. Teléfonos: (+34 91 336 7025/7071). Fax: (+34 91 336 7068).

E-mail: (costafreda@yahoo.es, benjamin.calvo.perez@gmail.com y joseluis.parra@upm.es).

RESUMEN:

Existen numerosos yacimientos e indicios de bentonitas en la región sureste de España, muchos de ellos investigados en detalle desde hace varias décadas. Las bentonitas están constituidas, mayoritariamente, por minerales del grupo de las esmectitas, siendo la montmorillonita la especie más abundante. Se han formado por la alteración hidrotermal de rocas preexistentes, fundamentalmente dacita y secuencias de vidrio volcánico contenido en las tobas de composición dacítica. La actividad volcánica originó grandes volúmenes de cenizas que se acumularon en distintos puntos de la geografía meridional española, factor que propició la formación de yacimientos dispersos de bentonita. El presente trabajo tiene como objetivo principal aportar algunos resultados de investigaciones realizadas en algunas zonas que pueden considerarse como perspectivas para la explotación de bentonitas.

ABSTRACT:

There are many bentonite deposits on the southeast Spain region, a lot of them researched from many years ago. Bentonites are, mainly, composed by smectites minerals group, in which montmorillonite is the representative mineral. These minerals have been formed by hydrothermal alteration of pre-existent rocks, as dacite and volcanic glass sequences embedding into dacitic tuff formation. The volcanic activity derived large tuff deposits which lie in different areas of the southern spanish geography, becoming in scattered bentonite deposits. This paper has as main objective to give some results from research carried out in some perspectives areas to development of bentonites.

INTRODUCCIÓN

Las bentonitas estudiadas en la zona de *San José-Los Escullos-Rodalquilar-Los Trancos* son, de forma general, estratificadas y bandeadas, marcadas por una evidente erosión esférica. Presentan un fuerte carácter esponjoso, friable y milonitizado, con color beige característico, combinado en ocasiones con tonalidades blancas y bandas cromáticas verde-oscuro. En ocasiones poseen intercalaciones de materiales piroclásticos, de composición dacítica y tobácea de color gris claro, triturados y talcosos. Los afloramientos están cortados por diaclasas verticales y subverticales con inclinación de 70°-80° hacia el oeste (Costafreda, J.L., 2008).

Tienen textura cristalolitoclástica, piroclástica y orientada, siendo las esmectitas y la mordenita los minerales mayoritarios. Subordinadamente aparecen cuarzo, plagioclasa sódica, biotita, moscovita, caolinita, así como fragmentos líticos poligénicos de reducido diámetro.

Las bentonitas se encuentran en contacto tectónico con estrechos afloramientos de tobas dacíticas y piroclastos de igual composición con cemento tobáceo, en el flanco sur del yacimiento *San José-Los Escullos*. La dirección de los contactos es de N 70° E (Costafreda, J.L., 2008).

Zona San José-Los Escullos:

Los afloramientos más representativos ocupan un área reducida en el flanco sur del yacimiento de zeolita *San José-Los Escullos*, y en la parte occidental del mismo. El mejor afloramiento (N: 4 070 730.0 – E: 583 140.0) tiene forma de escama vertical de unos 40 metros de largo por 10 de ancho, y se extiende en dirección Noreste-Suroeste. Es objeto de explotación actualmente (ver fotografía 1).



Fotografía N° 1: a) Afloramiento de bentonita en primer plano, con coloración beige, con claros signos de rubefacción. En segundo plano yacen tobas dacíticas; b) microfotografía de una sección delgada de una muestra tomada en este punto. (Fuente: Costafreda, J.L. y Riaza, P., 2008).

La composición química de las muestras tomadas en este afloramiento es: 51,29%-34,31% de SiO₂; 13,13%-13,73% de Al₂O₃; 2,43%-7,67% de MgO; 1,40%-2,75% de Fe₂O₃; 0,97%-1,11% de CaO; 0,99%-3,10% de Na₂O y 0,53%-2,20% de K₂O. Las esmectitas detectadas tienen una abundancia entre 63,71%-100%; son expansivas, y su hinchamiento varía entre los 14,99 Å y los 15,74 Å en estado natural. La presencia de mordenita en estas muestras se limita a un 4,0%-20,58%.

Zona del Collado de la Casa del Tomate:

Los afloramientos estudiados en N: 4 070 630.0 - E: 583 085.0 están enclaustrados en una corta de unos 150 m², aproximadamente, actualmente abandonada (ver fotografía 2). En este lugar yace un material tobáceo de color gris claro, con fuertes tonos beige, amarillentos y

blancos, intercalados con un material pumicítico estratificado que se altera a bentonita, con yacencia N 51° E, y buzamiento de 19° hacia el Sureste.

La composición química de la muestra analizada arrojó los siguientes valores por compuestos principales: 52,13% de SiO₂; 17,05% de Al₂O₃; 5,91% de MgO; 1,96% de Na₂O; 1,61% de Fe₂O₃; 1,12% de CaO y 0,30% de K₂O. Las esmectitas detectadas en esta muestra tienen expansividad de 14,23 Å en estado natural. La cantidad calculada de esmectita, según los ensayos de difracción de rayos x, es de 91,77%-100%, con aparición ocasional de mordenita en bajos porcentajes (4,0%-7,23%).



Fotografía N° 2: Vista de un afloramiento de bentonita en el *Collado de la Casa del Tomate*.
(Fuente: Costafreda, J.L. y Riaza, P., 2008).

Zona del Cortijo del Aire:

En el yacimiento de bentonita ubicado en la parte norte de *Los Escullos*, en un lugar conocido como *Cortijo del Aire*, donde se lleva a cabo la explotación activa de bentonita desde un frente de más de 20 metros de altura (ver fotografía 3); los análisis de la muestra tomada en N: 4 074 021.0 – E: 582 713.0 detectaron la presencia dominante de esmectita (79,32%) y mordenita (27,2-52,9%), además de cuarzo (22,0%), feldespato sódico (2,5%) y biotita (2,22%).

La esmectita tiene una expansión natural de 15,46 Å. Con el estudio de la composición química de la muestra se detectó un 50,26% de SiO₂; 12,39% de Al₂O₃; 7,70% de Fe₂O₃; 5,35% de Na₂O; 3,70% de MgO; 2,65% de CaO y 1,66% de K₂O.



Fotografía N° 3: Afloramiento de bentonita en una corta ubicada en el *Cortijo del Aire*, norte de *Los Escullos*. (Fuente: *Costafreda, J.L. y Riaza, P., 2008*).

Zona del Collado del Sacristán:

Los estudios realizados en los afloramientos de dacita alterada del *Collado del Sacristán* (*N: 4 071 250.0 – E: 580 657.0*) demostraron la existencia de fases mayoritarias de esmectita (40,35%) y mordenita (56,0%), acompañadas de otras fases minoritarias como: feldespato sódico, fundamentalmente albitítico (15,38%), cuarzo (49,62%), biotita (2,0%), pirita (2,0%) e illita (1,2%). La composición química de la muestra arrojó un 55,73% de SiO_2 ; 15,49% de Al_2O_3 ; 5,61% de MgO ; 4,93% de Fe_2O_3 ; 4,13% de CaO y más bajos contenidos en Na_2O (1,78%) y en K_2O (0,89%) (ver fotografía 4).



Fotografía N° 4: Afloramiento de bentonita en una corta ubicada en el *Collado del Sacristán*, al Noreste de *San José* y suroeste de *El Pozo de Los Frailes*. (Fuente: *Costafreda, J.L. y Riaza, P., 2008*).

Zona de Presillas Bajas:

En la fotografía 5 se observa un afloramiento estudiado en las periferias del caserío de *Presillas Bajas* (N: 4 074 775.0 – E: 580 800.0), donde predomina una toba de composición dacítica de outflows (Arribas, A., 1992), similar a la descrita en el interior de la caldera de *Los Frailes*, que es sobreyacida por bloques erráticos de ignimbritas y tobas fuertemente soldadas procedentes del *Cerro del Cinto*.

El análisis de la muestra tomada en N: 4 074 775.0 – E: 580 800.0, aportó resultados de 57,62% de SiO₂; 15,99% de Al₂O₃; 4,01% de MgO; 5,93% de Fe₂O₃; 3,70% de CaO; 3,91% de Na₂O y 1,23% de K₂O. El análisis de la toba dacítica detectó contenidos importantes de esmectita y mordenita, con una abundancia total del 75% para ambas fases. Contiene, además, plagioclasa, anfíbol, cuarzo, cristobalita, biotita, vidrio en fase de bentonitización, pómez y fragmentos de rocas poligénicos y multiformes.



Fotografía N° 5: Toba dacítica vítrea e ignimbrítica en el caserío de *Presillas Bajas*, noreste de la caldera de *Los Frailes*. Obsérvese como la toba es sobreyacida por bloques y cantos erráticos procedentes del *Cerro del Cinto*.
(Fuente: *Costafreda, J.L. y Riaza, P., 2008*).

Zona de Los Trancos:

El estudio realizado con muestras de bentonita tomadas en la localidad de *Los Trancos* (N: 4 089 352.0- E: 587 590.0), al suroeste de *Carboneras*, en una corta donde se explota bentonita actualmente (ver figura 1), indica que las tobas dacíticas de outflows alcanzaron distancias apreciables, depositándose por gravedad en valles y cuencas intramontanas, donde se alteraron a bentonita. Los resultados de los análisis demuestran que su composición química es 47,26% de SiO₂; 19,02% de Al₂O₃; 4,74% de MgO; 2,45% de Fe₂O₃; 1,22% de CaO; 0,25% de Na₂O y 0,18% de K₂O.

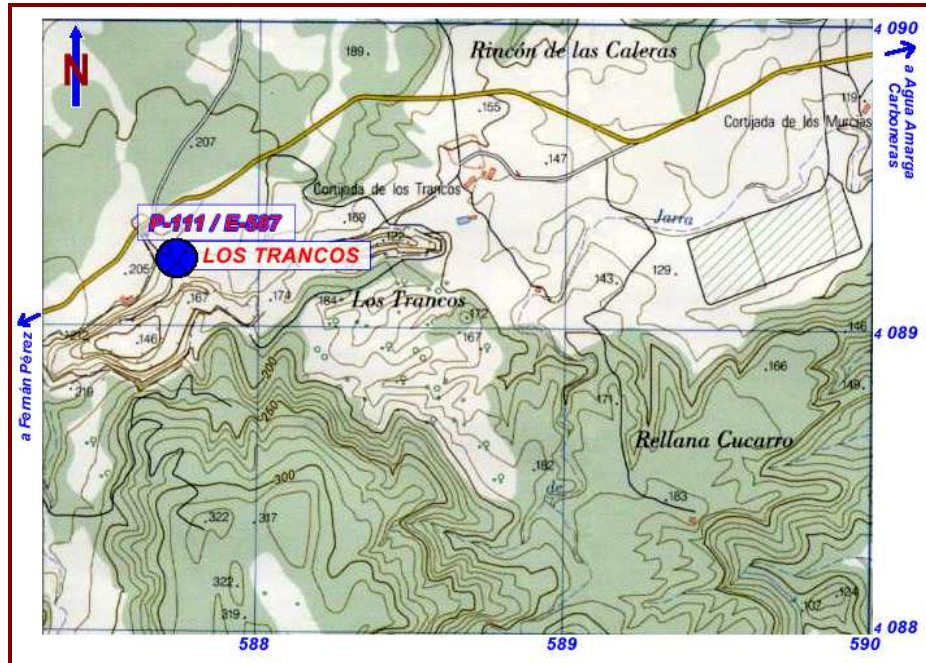


Figura Nº 1: Situación del punto de toma de muestras en la corta ubicada en la localidad de *Los Trancos*, al suroeste de *Carboneras*. Se ha empleado como base el Mapa Topográfico Nacional de España, Escala 1:25.000, Nº 1046-II, *Carboneras*. (Fuente: *Costafreda, J.L., 2008*).

El análisis de las fases indicó la presencia mayoritaria de esmectita (96,0%), acompañada de mordenita (11,69-57,0%), así como plagioclasa, fundamentalmente sódica (andesina= Ab:71% - An:29%), cuarzo (2,64%), ortoclasa (19,0%) y muscovita (53,0%). El grado de expansividad natural de la esmectita es de 15,82 Å.

Zona de Las Higuericas-Rodalquilar:

En el valle de *Las Higuericas* (N: 4 077 441.0 - E: 585 651.0), al sur de *Rodalquilar*, fue estudiado y muestreado un afloramiento de ignimbritas dacíticas alteradas de *Las Lázaras* (ver figura 2).

En el poblado de *Rodalquilar* se investigaron otros afloramientos (N: 4 079 073.0- E: 585 178.0 y N: 4 079 259.0 - E: 585 110.0) (ver figura 2).

El estudio de las fases mineralógicas distinguió dos especies predominantes, mordenita (21,1-27,7%) y esmectita (63,5%), además de fases subordinadas constituidas por plagioclasa sódica (7,0%), ortoclasa bárica (3,1%), yeso (3,5%) y trazas de muscovita (ver figura 3).

Las esmectitas poseen una expansividad natural de 15,60 Å. El estudio de la composición química arrojó un 52,51% de SiO₂; 14,21% de Al₂O₃; 4,84% de MgO; 4,47% de Fe₂O₃; 2,13% de CaO; 5,06% de Na₂O, 1,68% de K₂O y 2,59% de Cl.

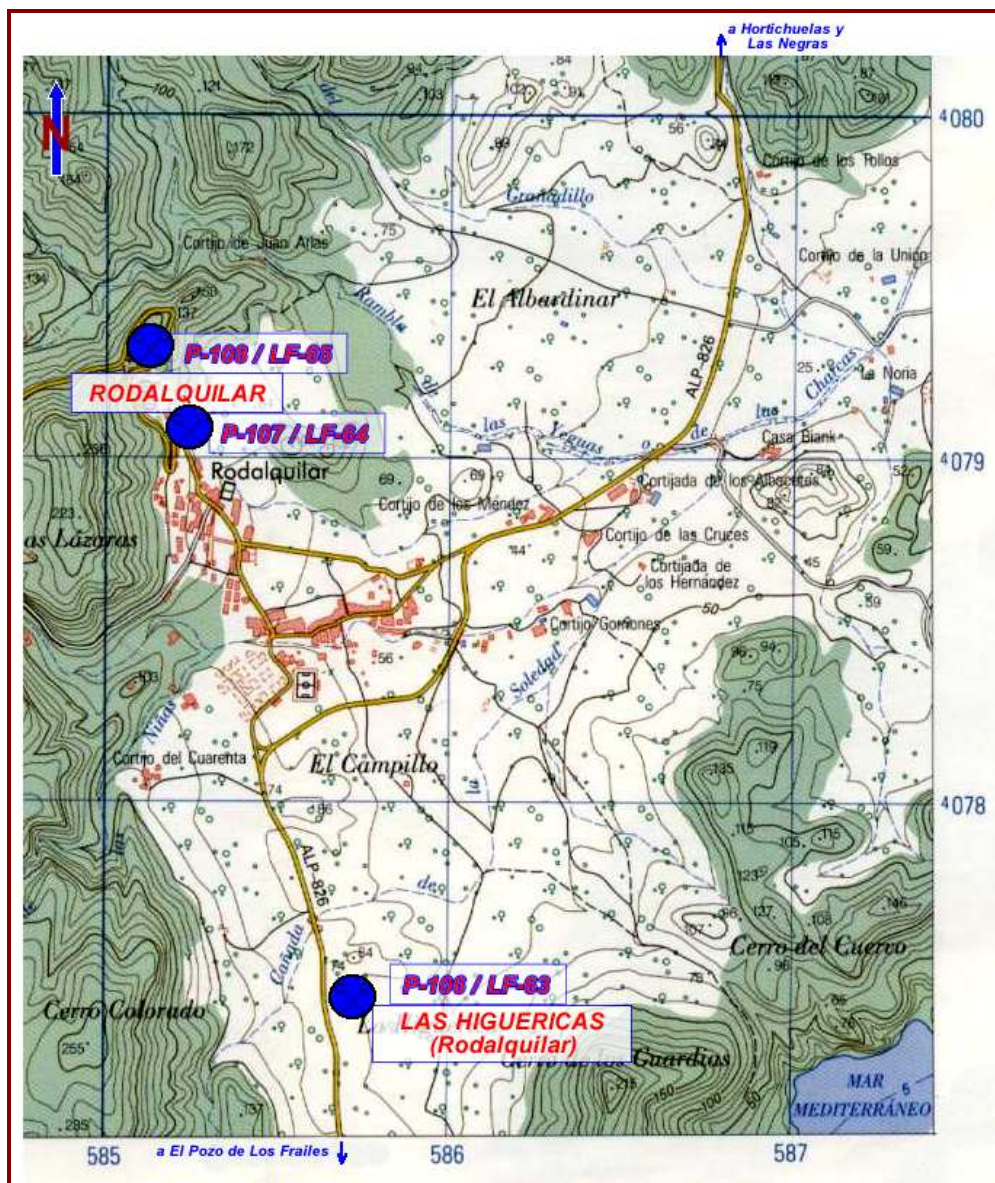


Figura Nº 2: Situación de los puntos de muestreos en la zona *Las Higuericas-Rodalquilar*. Se ha empleado como base el Mapa Topográfico Nacional de España, Escala 1:25.000, Nº 1046-III, *San Isidro de Nijar*. (Fuente: Costafreda, J.L., 2008).

En la figura 3 se ofrece una serie de derivatogramas representativos de algunas de las muestras estudiadas y analizadas en este trabajo.

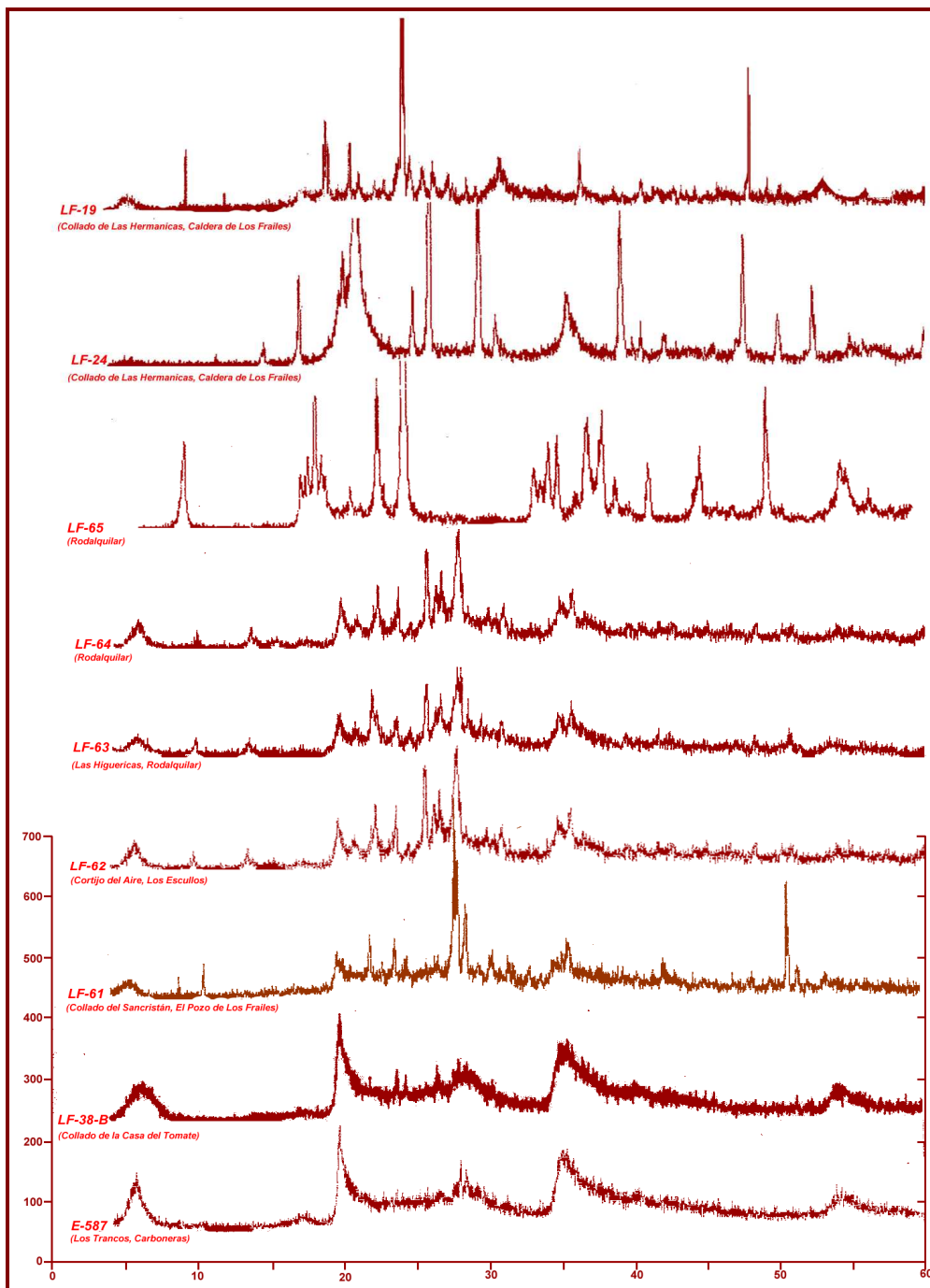


Figura N° 3: Derivatogramas correspondientes a algunas de las muestras analizadas en el presente trabajo. (Fuente: Costafreda, J.L., 2008).

DISCUSIÓN:

En las bentonitas analizadas se observa, además de valores altos en SiO_2 , contenidos apreciables de MgO y Na_2O , superiores al K_2O , CaO y al MnO , lo que señala la existencia de una alteración hidrotermal que originó a las esmectitas y la mordenita (Benito, R. *et al.* 1997).

Dicho esto, se deduce que el proceso de alteración de las tobas dacíticas y otras litologías afectadas por el proceso de bentonitización y zeolitización tuvo su origen en el efecto

producido por la circulación de disoluciones hidrotermales a través de dichas formaciones volcanosedimentarias; asimismo, se deduce que tanto el proceso en sí como los materiales alterados y sus correspondientes productos de alteración, forman parte de un único episodio, prácticamente ubicuo, en esta parte del complejo volcánico español.

Las fases mayoritarias, mordenita y esmectita, descritas en este estudio, son capaces de formar yacimientos de interés industrial en el sureste de España, muchos de ellos en actual explotación, como es el caso del área que ocupa el presente trabajo.

En las muestras procedentes de la *Zona de Los Trancos* el Na₂O es bajo, existiendo contenidos más elevados en MgO y en Fe₂O₃, con una relación Si/Al baja (2,48) respecto a los reportados en la *Zona San José-Los Escullos* (Si/Al= 5,71). El bajo valor de Si/Al calculado para (*N: 4 089 352.0- E: 587 590.0*) destaca la expansividad de las bentonitas del yacimiento *Los Trancos*, actualmente en explotación.

El sensible aumento del MgO y el Na₂O sobre el CaO y el K₂O, indica la naturaleza hidrotermal de la mordenita y de la esmectita, formadas por reemplazamiento hidrotermal del vidrio volcánico yacente en las tobas vítreas e ignimbritas de composición dacítica, provocado por disoluciones con alto contenido inicial en Na₂O y MgO. La concentración en iones Na⁺ favoreció la formación de mordenita, mientras que los altos contenidos en Mg²⁺ originaron las esmectitas.

Afloramientos similares dentro de la caldera de *Los Frailes*, específicamente en la *Cala del Tomate*, han sido descritos por Martínez, J. *et al.* (2000) y Caballero, E. (1985). También son mencionados en los trabajos de Arribas, A. (1992) donde se hace referencia a grandes depósitos en explotación en las localidades de *Presillas Bajas* y *Los Escullos*.

Benito, R. *et al.* (1997) mencionan la presencia de depósitos de bentonita con capacidad industrial en el *Morrón de Mateo*, con composición similar a las bentonitas mapeadas en el yacimiento *San José-Los Escullos*.

Fúster, J. M. *et al.* (1965) alude la existencia de importantes manifestaciones similares de bentonita dentro de la caldera de *Los Frailes*, fundamentalmente en el *Cerro de la Palma* y el *Barranco de Cala Higuera*.

BIBLIOGRAFÍA

Arribas, A. (1992). Las mineralizaciones de metales preciosos de la Zona Central del Cabo de Gata (Almería) en el contexto metalogénico del Sureste de España. *Tesis Doctoral*. Universidad de Salamanca. pp. 109-148 y 186-237.

Benito, R., García, J. y Valle, F. (1997). Mineralogía y geoquímica del yacimiento de mordenita de Los Escullos (Cabo de Gata). *Recursos y medioambiente en el sureste peninsular*. pp. 291-306.

Caballero, E. (1985). Quimismo del proceso de bentonización en la región volcánica de Cabo de Gata (Almería). *Tesis Doctoral*. Universidad de Granada. 328 p.

Costafreda, J.L. (2008). Geología, caracterización y aplicaciones de las rocas zeolíticas del complejo volcánico de Cabo de Gata (Almería). *Tesis Doctoral*. Madrid, España. 515 p.

Fúster, J. M., Aguilar, M. J. y García, A. (1965). Las sucesiones volcánicas en la zona del Pozo de Los Frailes dentro del vulcanismo cenozoico del Cabo de Gata (Almería). *Estudios Geológicos*, 21. pp 199-222.

Martínez, J., Caballero, E., Jiménez de Cisneros, C. y Linares, J. (2000). Efecto de un domo volcánico sobre la bentonita de Cala del Tomate (Almería). *Cuadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*. Coruña. Vol. 25. pp. 67-69.