

Contribución al conocimiento del yacimiento de yeso de Vilaverd (Tarragona).

por Joaquín MONTORIOL-POUS y M.^a Isabel CLEMENTE

Dto. de Cristalografía y Mineralogía, Universidad de Barcelona.

RÉSUMÉ

Dans le gîte à craie de Vilaverd (province de Tarragone) on a trouvé les espèces minérales suivantes: craie, dolomite, quartz, bassanite, anhydrite, célestine, calcite (les trois dernières, exceptionnellement).

On y a identifié 13 éléments chimiques. Dans tous les échantillons il y a: Sr, Fe, K, Si, Al. On a fait l'analyse quantitative des 4 premiers éléments et avec ces résultats on a fait l'étude de la corrélation et l'analyse factorielle. On en peut déduire la présence d'argiles en quantité inférieure à la sensibilité diffractométrique. Le Sr apparaît comme substituant du Ca.

La plus grande proportion du Fe et du K dans les nodules d'albâtre et sa plus grande hométrie sont dues à une récrystallization, laquelle a produit une expulsion des argiles.

RESUM

El jaciment de guix de Vilaverd (Tarragona) conté les següents espècies minerals: guix, dolomita, quars, bassanita, anhidrita, celestina, calcita (les tres últimes excepcionalment).

S'hi han identificat 13 elements químics. En totes les mostres hi ha: Sr, Fe, K, Si, Al. S'ha fet l'anàlisi quantitativa dels 4 primers i, amb els resultats obtinguts, s'ha efectuat l'estudi de la correlació i l'anàlisi factorial. De tot el conjunt de dades hom dedueix que la presència d'argiles és en quantitat inferior a la sensibilitat diffractomètrica. L'estronci apareix com a substituent del calci.

La menor proporció de Fe i K en els noduls d'alabastre i la llur gran homometria son degudes a una recristal·lització que ha provocat l'expulsió de les argiles.

INTRODUCCIÓN

El yacimiento en estudio se halla enclavado en la localidad de Vilaverd, en el km 24 de la carretera que va de Reus a Montblanc. Aun cuando las explotaciones datan de principios de siglo, no hemos encontrado bibliografía alguna sobre el yacimiento (Calderón, 1910; Tomàs 1919). Los estudios llevados a cabo en la región se refieren a los de Sarral y Vimbodí debido a su mayor interés económico, tanto por tratarse de un tipo de yeso más rentable como por su mayor abundancia en alabastro, explotado con fines ornamentales.

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento al Dr. A. Travería-Cros, por su colaboración en los análisis diffractométricos y espectrográficos; al Prof. J. M. Amigó, por su colaboración en los tratamientos térmicos; al Prof. J. A. Campa-Viñeta, por su colaboración en los procesos por ordenador; y al Prof. J. Nogués-Carulla, por su colaboración en la obtención de las preparaciones ópticas.

EL YACIMIENTO

Posición geológica

Vilaverd se encuentra situado en la Conca de Barberà, que forma parte de la Depresión Central; al S, la Serra de Prades y la Serra de Miramar la separan del Camp de Tarragona. El Eoceno de la Conca presenta en la base una formación típicamente marina, calizas con Alveolinas, a la que sigue una serie lacustre de características algo variables (Guigon et al., 1973). Por su proximidad al yacimiento hemos estudiado el corte del río Francolí, en el que se observa la sucesión siguiente. Sobre las calizas superiores del Muschelkalk descansa una serie de arcillas y margas rojas, con niveles de yeso y abundantes nódulos de pedernal. Los yesos se sitúan en la parte más alta. Sobre este nivel se encuentra otro más duro, cuya base se halla constituida por calizas blancas, margosas, con sílex y estratificación fina y regular. Fuera ya de la zona que nos ocupa aparece otro nivel de margas rojas con algún lecho calizo intercalado y, finalmente, la serie es coronada por otro banco de caliza, más compacta que el anterior y de mayor potencia.

La explotación de los yesos se efectúa en los bancos que corresponden a los niveles inferiores de esta serie.

Descripción

El yeso es de tipo masivo, pero presenta finas capas arcillosas en las que, a veces, se encuentra yeso fibroso. Las capas, cuya potencia varía de 20 cm a 1 m, buzan entre 10° y 12° al NE. A lo largo de todo el yacimiento se observa una capa margosa de color rojizo que puede utilizarse como guía para situar los distintos niveles.

La simple observación permite identificar tres tipos de yeso: a) la masa fundamental está constituida por yeso gris, a veces algo verdoso, que cambia de aspecto lateralmente; b) se presentan capas de aspecto rojizo debido a una mayor proporción de arcillas, por lo que son evitadas durante la explotación o despreciadas una vez arrancadas; c) grandes nódulos de alabastro, localizados en el centro del yacimiento, que, si son de dimensiones suficientemente grandes, se arrancan enteros para ser utilizado el alabastro para fines ornamentales.

Las capas de yeso desaparecen hacia el W, mientras que hacia el E son cortadas por el río Francolí, quedando cubiertas por aportes cuaternarios a la altura del ferrocarril. En la otra orilla afloran margas rojas con niveles yesíferos, pero los potentes bancos de la derecha no vuelven a encontrarse.

Toma de muestras

Existen cuatro canteras, de las cuales sólo tres se hallan en explotación, ya que la más antigua y cercana a la carretera se encuentra inundada. Su forma es irregular, debido a que la extracción del mineral se hizo siguiendo las zonas en que éste presentaba mayor pureza. En las zonas no trabajadas en la actualidad se han producido derrumbamientos que enmascaran los yesos y dificultan las investigaciones. Para su estudio designaremos a las canteras como C1, C2 y C3, de E a W.

La recolección de muestras se hizo sobre columnas (numeradas de W a E) distantes 25 m y a intervalos de 1 m o 2 m, teniendo en cuenta las capas que presentaban diferencias más notables (en cada columna la numeración comienza por la parte inferior).

La colección se distribuye como sigue:

CANTERA	COLUMA	MUESTRA
C1	1. ^a	73, 74, 75
	2. ^a	76, 77, 78
C2	1. ^a	1, 2, 3, 4,
	2. ^a	5, 6, 7, 8,
	3. ^a	50, 51, 52, 53, 54, 55, 56
	4. ^a	18, 19, 20, 21, 22, 23
C3	1. ^a	60, 61, 62, 63, 64, 65, 66
	2. ^a	67, 68, 69

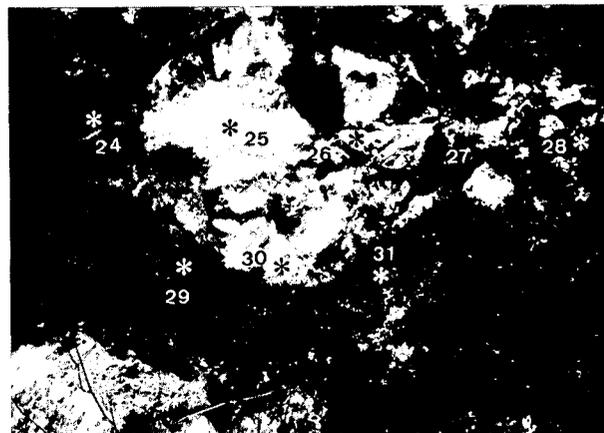
Las diferencias en el número de muestras recolectadas en cada columna es función de las diferentes alturas del frente de explotación.

Para poder llevar a cabo el estudio de los nódulos se escogieron tres de ellos (NA, NB, NC) efectuándose un desmuestre tal como se indica a continuación (ver fotos 1, 2 y 3):

NO	SE	MU
NA	1. ^a	24, 25, 26, 27, 28
	2. ^o	29, 30, 31
NB		32, 33, 34, 35
NC	1. ^a	36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 42
	2. ^a	44, 45, 46, 47

Además de las muestras seriadas se recogieron las siguientes:

Entre C1 y C2: 72
 Entre C2 y C3: 70, 71
 Al E de C1: 73, 74, 75, 76, 77, 78
 En niveles superiores: 64, 65, 66



Fotos 1, 2 y 3.- Situación de las muestras estudiadas.

ESTUDIO DE LAS MUESTRAS

Especies minerales

Para la identificación se ha utilizado el método de polvo cristalino. Hemos empleado un difractor Philips PW 1010, con tubo PW 1016 con ánodo de Cu, goniómetro vertical PW 1050 y panel electrónico PW 1057. Se utilizaron

T A B L A I

MU	YES	DOL	CUA	BAS	ANH	CAI	CEL	MU	YES	DOL	CUA	BAS	ANH	CAI	CEL
1	+	+	+	+				42	+		+	+			
2	+	+		+				43	+		+	+			
3	+	+	+					44	+	+					
4	+							45	+	+	+	+			
5	+	+						46	+		+				
6	+	+						47	+	+	+				
7	+							50	+					+	
8	+		+					51	+	+					
18	+	+						52	+						
19	+	+	+					53	+						
20	+			+				54	+		+	+			
21	+		+	+				55	+	+					
22	+		+	+				56	+	+			+		
23	+		+					60	+	+					
24	+	+	+	+				61	+	+					
25	+							62	+	+					
26	+							63	+	+			+		
27	+		+					64	+		+	+			
28	+							65	+	+		+			
29	+							66	+	+				+	+
30	+							67	+						
31	+	+						68	+						
32	+		+			+		69	+		+				
33	+		+	+				70	+						
34	+			+				71	+						
35	+			+				72	+	+					
36	+			+				73	+				+		
37	+	+						74	+				+		
38	+		+					75	+		+	+			
39	+							76	+		+	+			
40	+		+					77	+			+			
41	+			+				78	+			+			

las siguientes condiciones de trabajo: contador proporcional PW 1065/10; filtro, Ni; KV, 40; mA, 20; RM, 8·1; TC, 4; ventanas 4°-18°, 0.5 mm-0.1 mm y 18°-65°, 1 mm-0.1 mm.

Para resolver problemas de interpretación presentados por algunos difractogramas se procedió al tratamiento térmico de tales muestras con el fin de observar los cambios de hidratación del sulfato cálcico, obteniéndose a continuación un nuevo difractograma. Para ello se utilizó un horno horizontal con tubo de cuarzo fundido y resistencia de Kantal, con regulador automático conectado a un pirómetro Cr/Al. Las condiciones de trabajo fueron 95°C y 150°C durante el tiempo de 1 hora.

Los resultados obtenidos se incluyen en la tabla I.

Elementos

Para la exploración cualitativa general hemos utilizado un espectrógrafo Philips PW 1010, con tubo PW 225/214 con ánodo de W, cámara de vacío PW 1540 y panel electrónico registrador PW 1051. Se emplearon las siguientes condiciones de trabajo: a) Elementos de número atómico entre 13 y 19: contador, de flujo, KV, 40; mA, 24; RM, 32·1; TC, 2; cristal analizador, EDDT; vacío. b) Superior a 19: contador, escintilómetro 1964/10; KV, 46; mA, 20; RM, 64·1; TC, 2; cristal analizador, LiF; vacío.

Se detectaron los elementos siguientes: Mg, Al, Si, K, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Ba.

Para poder efectuar el cálculo de las correlaciones (Campá-Viñeta y Montoriol-Pous, 1972 b) y del análisis factorial (Campá-Viñeta y Montoriol-Pous, 1972 a; Cuadras-Avella-

na, 1970) se escogieron los elementos más comunes en las 64 muestras, a fin de llevar a cabo su análisis espectrográfico cuantitativo. Los elementos escogidos fueron: Si, K, Fe, Sr.

Los 10 × 4 patrones se realizaron utilizando SiO₂, CO₃K₂, Fe₂O₃ y CO₃Sr en una matriz de sulfato cálcico (todos los compuestos marca Probus). Se homogeneizaron con un mortero Pulverisette Fritsch durante 40^m y se compactaron a una presión de 165 kg por cm² durante 5^m.

Las rectas de calibrado se ajustaron por el método de mínimos cuadrados. La expresión analítica se obtuvo utilizando un ordenador IBM 1130.

Para las determinaciones espectrográficas cuantitativas se emplearon las siguientes condiciones de trabajo:

EL	2θ	AN	CR	KV	mA	T	VAC
Si	109.2	Cr	PE	40	24	16	si
K	50.3	Cr	EDDT	40	24	16	si
Fe	57.49	W	LiF	36	16	16	no
Sr	25.15	W	LiF	46	20	16	no

Se llevaron a cabo los 64 × 4 análisis, pero para los cálculos anteriormente citados sólo podemos emplear las muestras en que las 4 variables caen dentro de los valores que determinan las rectas de calibrado. Ello reduce los análisis utilizables a 27 × 4, cuyos valores en tantos por 100 se exponen en la tabla II.

T A B L A II

MU	Fe	Sr	Si	K	MU	Fe	Sr	Si	K
1	.08	.23	1.14	.06	54	.27	.18	2.54	.20
2	.22	.27	1.13	.15	55	.48	.20	1.28	.32
3	.03	.39	1.21	.05	56	.19	.23	.72	.15
7	.08	.18	.78	.08	60	.11	.17	.82	.11
19	.40	.24	1.56	.25	61	.25	.21	.98	.17
21	.05	.15	.63	.08	64	.24	.40	1.41	.17
28	.12	.16	.88	.10	65	.28	.48	.85	.14
29	.21	.22	1.26	.11	66	.31	.06	.55	.23
31	.36	.15	1.38	.26	67	.20	.24	1.99	.14
37	.11	.29	.75	.11	69	.27	.23	.90	.25
43	.10	.25	1.66	.08	73	.09	.21	.60	.08
44	.50	.50	1.73	.32	76	.17	.32	1.46	.19
51	.55	.25	1.79	.33	77	.10	.24	.87	.10
53	.16	.32	.55	.12					

Correlación

Para cada una de las muestras tenemos las 4 variables indicadas en la tabla II. Mediante ordenador se ha calculado el coeficiente de correlación tomando como variable dependiente cada uno de los elementos en relación con los otros tres. Siendo el número de variables superior a 2 se ha calculado el coeficiente de correlación múltiple. Los resultados quedan expuestos en la tabla III.

De los datos expuestos en la tabla anterior puede afirmarse que:

1. Tomando Fe como variable dependiente, la relación con Sr es muy baja, mientras que es elevada con K y bastante elevada con Si. El alto valor del coeficiente de correlación múltiple puede ser debido al efecto de los elementos traza.

T A B L A III

Dep.	Var.	Corr.	Coef. Reg.	T Calc.
Fe	Sr	0.13058	0.12210	1.40854
	Si	0.4418	0.01624	0.85277
	K	0.95214	1.56465	14.22206
	Corr.Mult.: 0.95818		F: 85.95785	
Sr	Fe	0.13058	0.64992	1.40803
	Si	0.17796	0.02538	0.57282
	K	0.03790	-1.05992	-1.38918
	Corr.Mult.: 0.33125		F: 0.94492	
Si	Fe	0.44180	1.88686	0.85278
	Sr	0.17796	0.55403	0.57282
	K	0.39961	-0.71544	-0.19295
	Corr.Mult.: 0.45954		F: 2.05254	
K	Fe	0.95214	0.57386	14.22207
	Sr	0.03790	-0.07303	-1.38918
	Si	0.39962	-0.00225	-0.19295
	Corr.Mult.: 0.95620		F: 81.81382	

- Sr no está relacionado con ninguno de los otros tres; las correlaciones son muy bajas y el coeficiente de correlación múltiple no es significativo.
- Si no presenta valores tan altos con Fe y K como éstos entre sí; su relación con Sr es prácticamente inexistente.
- Con K se repite lo expuesto en el primer caso.

T A B L A IV

Nº de casos	27			
Nº de variables	4			
Medias	2196.03711	2505.40772	11646.37111	1623.33349
Desviaciones estándar	1416.47046	991.10791	4918.73731	838.63061
Coefficientes de correlación				
Fila 1	1.00000	0.13058	0.44180	0.95214
Fila 2	0.13058	1.00000	0.17796	0.03700
Fila 3	0.44180	0.17796	1.00000	0.39961
Fila 4	0.95214	0.03700	0.39961	1.00000
Matriz factorial (2 factores)				
Variable 1	0.95498	-0.14525		
Variable 2	0.21919	0.93508		
Variable 3	0.65900	0.24709		
Variable 4	0.93328	-0.24546		
Matriz factorial rotada (2 factores)				
Variable 1	0.96456	0.05194		
Variable 2	0.02449	0.96011		
Variable 3	0.59500	0.37592		
Variable 4	0.96369	-0.05058		

(var. 1, Fe; var. 2, Sr; var. 3, Si; var. 4, K)

Análisis factorial

Para tener una comprobación de los datos suministrados por las correlaciones se ha llevado a cabo el análisis factorial, para ver si entre las variables de interrelación elevada existe un factor común o varios. En el caso que nos ocupa existen dos factores. En la tabla IV se exponen los valores obtenidos mediante ordenador.

Observando la tabla anterior vemos como el primer factor presenta valores elevados para Fe, K y Si y considerablemente más bajo para Sr; para el segundo factor los tres primeros presentan valores bajos, mientras que el último lo presenta alto.

CONCLUSIONES

De cuanto hemos expuesto en los apartados anteriores se pueden deducir las siguientes conclusiones.

- En el yacimiento de yeso de Vilaverd se presentan, por orden de abundancia decreciente, las siguientes especies minerales: yeso $SO_4Ca \cdot 2 H_2O$, dolomita $(CO_3)_2Ca$ Mg, cuarzo SiO_2 , bassanita $SO_4Ca \cdot \frac{1}{2} H_2O$, anhidrita SO_4Ca , celestina SO_4Sr , calcita CO_3Ca (las tres últimas se encuentran excepcionalmente).
- Se han identificado los siguientes elementos: Ba, Sr, Rb, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, Ti, K, Si, Al, Mg. Aparecen en todas las muestras analizadas: Sr, Fe, K, Si, Al.
- Existe una interdependencia elevada entre Fe, K y Si, mientras que Sr aparece independiente de ellos.
- Del estudio de la correlación y del análisis factorial se infiere la presencia de arcillas en los yesos (en cantidad inferior a la sensibilidad difractométrica).
- La baja proporción de Sr y su falta de interrelación la interpretamos como una sustitución del Ca por este ión.
- La menor proporción de Fe y K en los nódulos de alabastro y su mayor homometría, la interpretamos como una recristalización del yeso que ha provocado la expulsión de arcillas.

BIBLIOGRAFÍA

- CALDERÓN, S. (1910): Los Minerales de España. - *Junta para la ampliación de Est. e In. Cien.* Madrid.
- CAMPA-VINETA, J. A. y MONTORIOL-POUS, J. (1972 a): Sobre los factores relacionados con la concentración de elementos menores en el yacimiento de fluorita de Osor (Gerona). - *Acta Geológica Hispánica*, VII, 4, 101.
- CAMPA-VINETA, J. A. y MONTORIOL-POUS, J. (1972 b): Análisis de la correlación entre los elementos menores contenidos en las fluoritas del yacimiento de Osor (Gerona). - *Acta Geológica Hispánica*, VII, 6, 182.
- CUADRAS-AVELLANA, C. (1970): Métodos de análisis factorial. - *Laboratorio de Cálculo, Universidad de Barcelona*.
- GUIGON, I. et al. (1973): Mapa Geológico de España, esc. 1:50.000, Explicación de la hoja 418 Montblanc. - *Inst. Geol. y Minero de España*.
- TOMAS, Ll. (1919-20): Els minerals de Catalunya. - *Treballs de l'Institut Catalana d'Hist. Nat.*, Barcelona.

Recibido, febrero 1979.