

Cuad. Geol.	3	p. 55 - 66	4 figs.	Universidad de Granada Enero - Abril 1972
-------------	---	------------	---------	----------------------------------------------

ESTUDIO DE LA FRACCION DETRITICA DEL TRAMO INFERIOR DE LA FORMACION DE SANTIAGO DE LA ESPADA (MIOCENO, ZONA PREBETICA)¹

por

DABRIO C.J.* y POLO M.D.**

ABSTRACT. The study of the lower member materials of the Santiago de la Espada Formation reveals the existence of two different sedimentary environments, whose characteristics are analysed in detail.

INTRODUCCION

La *Formación de Santiago de la Espada* (Dabrio; Fernández y Polo, 1971), es una gran unidad litoestratigráfica, diferenciada dentro de los materiales de edad miocénica que cubren gran parte de la Zona Prebética.

Según se definió en el corte tipo, está constituida por cuatro tramos, de los cuales el inferior está formado por arenas y limos rojizos y amarillentos. La consideración a escala regional del conjunto de la Formación, ha aconsejado establecer tres tramos, de modo que el tramo 3 engloba los definidos como 3 y 4 primitivamente.

El estudio de los cortes realizados, pone de manifiesto unas condiciones diferentes en el

ambiente sedimentario, que se traducen en cambios en la composición y textura de los materiales depositados.

El estudio de estos cambios y su interpretación sedimentaria, es el objetivo que perseguimos en nuestro trabajo.

METODOS DE TRABAJO

Se han establecido siete cortes cuya situación se refleja en la fig. 1. Sobre las muestras recolectadas se han efectuado granulometrías y se ha realizado el estudio de los minerales pesados, encaminado a establecer las asociaciones características y sus variaciones.

1. Trabajo presentado a la VI Reunión del Grupo Español de Sedimentología. Granada 1972.

* Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

** Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

El estudio y reconocimiento de los minerales de la arcilla se ha llevado a cabo por difracción de rayos X sobre muestras descarbonatadas.

La estimación cuantitativa de los diversos minerales se hizo siguiendo el método de Johns, Grim y Bradley (1954) con las modificaciones resumidas de varios autores, incluidas en Barahona E. y Linares J. (1970).

A pesar de la inexactitud inherente al método, se ha juzgado suficientemente válido como para comparar las asociaciones entre sí.

El estudio difractométrico se llevó a cabo en un equipo Phillips modelo PW 1010 y PW 1050, radiación $CuK\alpha$.

Descripción de los cortes

Corte 1.

En la base conglomerados de cantos de cuarcita. Sobre ellos arenas blancas (m. 200 y 203), y el resto de arenas rojizas y amarillentas, entre las que existen pequeñas intercalaciones margocalizas poco potentes. Potencia 56 m.

Corte 2

Arenas amarillas y rojizas. Potencia 15 m.

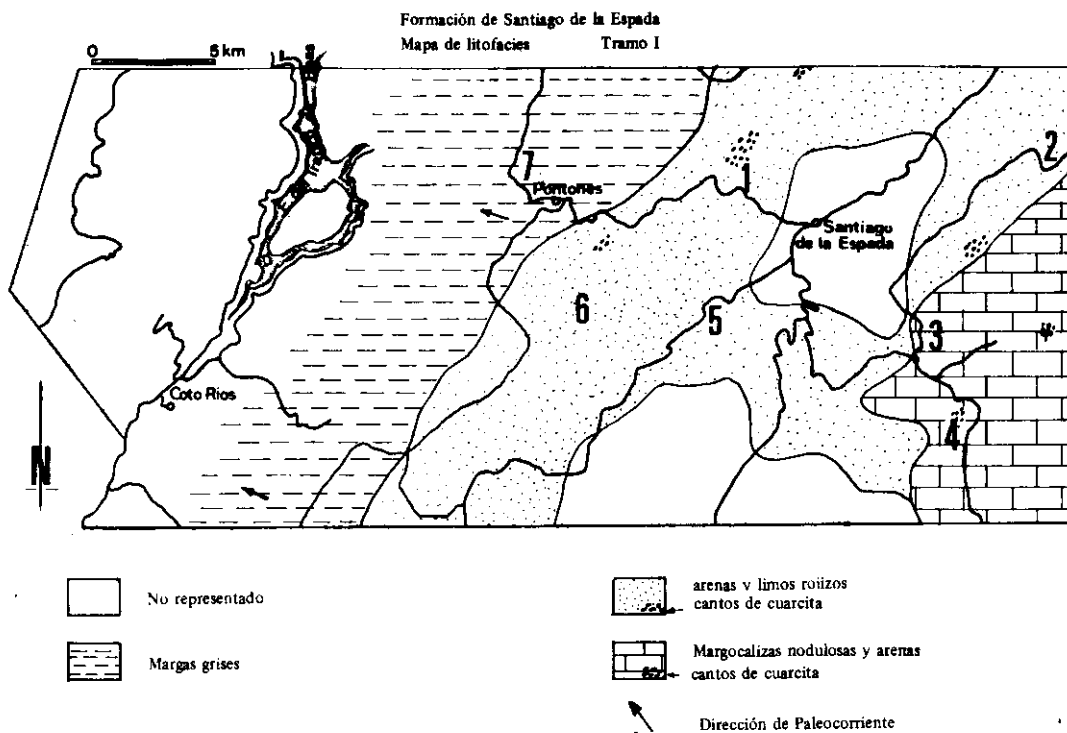


Fig. 1. Situación de los cortes: 1. Camino de Siles (corte tipo de la Formación). 2. Casa del Collado del Villar. 3. Arroyo de los Melgares. 4. Fuente del Puntal. 5. Arroyo del Cerezo. 6. Arroyo de las Venancias. 7. Casas de Carrasco.

FRACCION DETRITICA DEL TRAMO INFERIOR DE LA FORMACION DE SANTIAGO DE LA ESPADA

Corte 3

En la base conglomerado de cantos de cuarcita con matriz de arenas rojizas. Sobre ellos arenas blancas, arenas rojizas y niveles de calizas con *Gasterópodos* y, localmente, *Corales*. El resto del tramo está constituido por arenas amarillentas y rojizas. Potencia 120-130 m.

Corte 4

Margocalizas nodulosas con *Gasterópodos* entre las que se intercalan arenas blancas, amarillentas y rojizas, acompañadas por cantos calizos, en algunos puntos. Potencia 30 m.

Corte 5

Arenas rojizas y amarillentas que, en la parte superior, son blancas. Potencia 30 m.

Corte 6

Arenas rojas, sobre ellas arenas rojizas y, en el techo, blancas. Potencia 40 m.

Corte 7

Margas y limos grises con episodios turbidíticos. Potencia 30 m.

Resultados obtenidos

-Datos faunísticos

Aún sin entrar en consideraciones sobre la clasificación o datación precisa de las faunas encontradas, en los distintos cortes, puede obtenerse de ellos una valiosa información ecológica, con vistas a la interpretación más precisa del ambiente sedimentario.

Los datos que se poseen son:

Corte 1. Las escasas *Ostreas* indican un medio marino cercano a costas.

Corte 2. No ha suministrado fauna.

Cortes 3 y 4. Las faunas de *Gasterópodos* y sobre

todo de *Miliólidos* (organismos bentónicos, son propias de medio marino no muy profundo. Localmente aparecen niveles de biostromas de *Corales* que ponen de manifiesto un medio somero, de aguas limpias y agitadas.

Cortes 5 y 6. Sólo se encontraron escasísimos *Briozoos*, que definen el medio de depósito como marino.

Corte 7. Muestra una fauna de *Foraminíferos* bentónicos y planctónicos. El medio es marino más alejado de costas.

Ensayos granulométricos.

El haz de curvas (fig. 2) aparece muy agrupado, y nos habla de valores muy parecidos en las muestras de los cortes 1 a 6. El contenido en fracción arena es superior al 60 por ciento en todas las muestras estando comprendidos los valores más frecuentes entre 65 y 85 por ciento.

El corte 7 no se considera, por falsear los resultados el gran porcentaje de *Foraminíferos* que existe en él. No obstante, el tamaño de grano es notablemente menor, como se ha puesto de manifiesto por el estudio morfoscópico, (fig. 3).

Los valores Q_{dphi} (Krumbein) y H_e (Cailleux) muestran un agrupamiento máximo para valores de 0,80-1 y 0,63-1 respectivamente, que apuntan hacia un medio fluvial, de arenas de playa, dunas, lóes, etc.

El estudio del diagrama CM (de Passega) (fig. 3) muestra un agrupamiento y forma general propio de medio, con aguas agitadas por corrientes, o bien de playas (corrientes y oleaje).

Pueden diferenciarse dos subgrupos, basados en los tamaños de C y M. Al Primero, -valores más elevados-, pertenecerían las muestras de los cortes 1 y 6, parte de las del 2, y una del 3. En el segundo se incluyen las de los cortes 3, 4, 5 y alguna de los cortes del subgrupo primero. Quedarían separadas así dos regiones, de características hidrodinámicas algo diferentes, según la competencia de las corrientes, que se traducen en la diferente granulometría del material transportado. La

primera con corrientes más activas, y más débiles la segunda.

Composición mineralógica.

Los resultados del análisis difractométrico semicuantitativo se expresan en la fig. 4, en la que hay que advertir que, debido a que el estudio se llevó a cabo sobre la fracción fina, se observa un

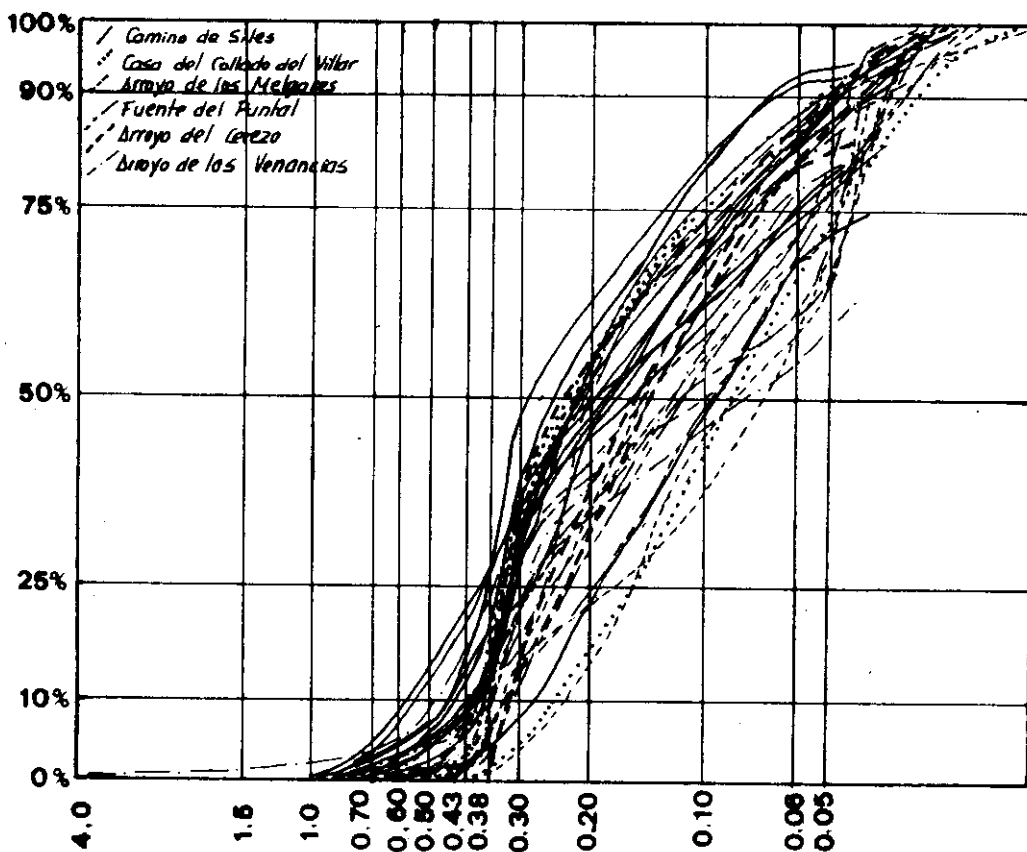
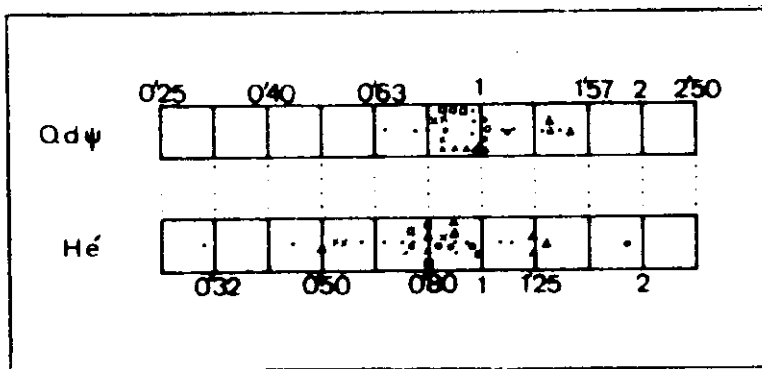
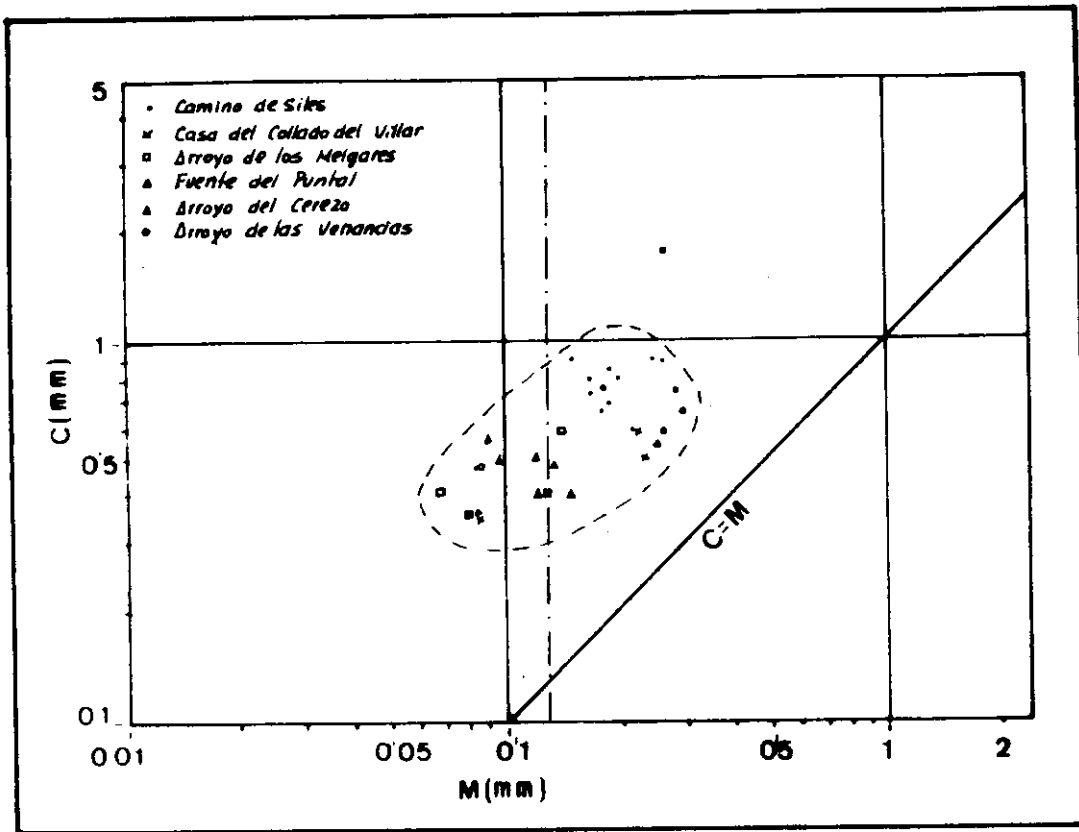


Fig. 2.

FRACCION DETRITICA DEL TRAMO INFERIOR DE LA FORMACION DE SANTIAGO DE LA ESPADA



enriquecimiento en arcillas y un empobrecimiento en cuarzo respecto a la muestra original.

De ellos se desprenden los siguientes resultados:

- bajo contenido en feldspatos, que no sobrepasa el 10 por ciento
- dependencia de la fracción de arcilla con los carbonatos: muestras con gran porcentaje en carbonatos presentan menor porcentaje de arcilla, mientras que el cuarzo se mantiene relativamente independiente.
- constancia de los carbonatos en el corte 7, en el que aparecen calcita y dolomita en todas las muestras.

Estudio de arcillas

Los resultados cuantitativos del examen por difracción de rayos X, de las muestras de arcillas, figuran en la tabla I.

En el corte 2 se observa la ausencia de montmorillonita y la escasez de atapulgita, frente a un contenido notablemente alto de illita y sobre todo de caolinita.

En los cortes 1, 3, 4 y 5 la montmorillonita es escasa o nula, la atapulgita abundante y también la illita. La caolinita por el contrario aparece muy disminuída respecto al corte 2.

El corte 7 presenta unas características diferentes: la montmorillonita es abundante, la atapulgita algo menos. La illita es más bien escasa, pero sobre todo lo es la caolinita, que no sobrepasa el 3 por ciento en ninguna de las muestras.

Por último el corte 6 muestra cantidades relativas intermedias entre las del 2 y las del 7.

Las diferencias se ponen de manifiesto en el siguiente esquema:

VII C. CARRASCO	VI A. VENANCIAS	V A. GEREZO	IV FTE. PUNTAL	III A. MELGARES	II C. VILLAR	I C. DE SILES	CORTE
364 363 362 360	308 300 309 311 310	284 284 283	1028 1033	606 606 595	848-1 848	212 209 205 203	MUESTRA N → I
							25 50 75 % CALCITA
							25 50 75 % DOLOMITA
							25 50 75 % CUARZO
							5 10 15 % FELDESPATO
							25 50 75 % ARCILLAS

FRACCION DETRITICA DEL TRAMO INFERIOR DE LA FORMACION DE SANTIAGO DE LA ESPADA

	Tanto por ciento Montmorillonita	Tanto por ciento Atapulgita	Tanto por ciento Iilita	Tanto por ciento Caolinita
CORTE 2	+	++	+++	++++
CORTE 7	++++	+++	++	+

Cabe destacar el aumento hacia el techo, en los cortes 1, 5 y 6 de la suma montmorillonita más atapulgita con la siguiente disminución de ilita y caolinita.

Revisemos, de un modo somero, los procesos de formación y depósito de estas arcillas.

De acuerdo con las ideas de Millot (1964), la ilita procede de la alteración de rocas metamórficas y la caolinita de la de suelos, o de la alteración por fluídos hidrotermales. Según esto, tienen un evidente carácter detrítico, en el sentido de que han sufrido una transformación como tales arcillas, desde el continente hasta la cuenca de depósito.

La formación de atapulgita se lleva a cabo exclusivamente en cuencas de sedimentación básica.

La montmorillonita puede tener orígenes diversos, pero es sólo en las cuencas de sedimentación básica también, donde su formación tiene lugar de un modo general.

En nuestro caso concreto, el mayor grado de cristalinidad de la caolinita, se interpreta como un factor más de su carácter detrítico, y su abundancia relativa sería índice de sedimentación en lugares de aportes detríticos: en las cercanías a la costa o las corrientes cargadas de aportes.

La ilita aparece parcialmente degradada en potasio, según se manifiesta en sus reflexiones, que oscilan desde 9°82 a 9°93 Å, lo cual indicaría un cambio

de K por Na, lo que se da en medio de aguas ricas en sodio, es decir en medio marino.

En cuanto a la montmorillonita, no se descarta la posibilidad de que parte de ella pudiera ser heredada. No obstante, la gran mayoría se interpreta como mineral de neoformación, al igual que la atapulgita.

Del estudio de los hechos expuestos se concluye la existencia de dos ambientes de sedimentación distintos.

- uno con predominio de la fracción arcillosa detrítica, que abarcaría los cortes 1, 2, 3, 4, 5 y 6 siendo el 2 el que presentaría las características más extremas.
- el segundo con predominio de las arcillas de neoformación, representado por el corte 7.

Por otra parte del estudio de los cortes se desprende la existencia de cambios del medio de depósito en sentido vertical: los cortes 1, 5 y 6 muestran un incremento relativo, hacia el techo, de la suma de montmorillonita más atapulgita, que indicaría un paso hacia condiciones más favorables para los procesos de neoformación, bien sea por disminución de los aportes detríticos, debidos a cambios de corrientes, bien a cambios paleogeográficos más generalizados.

Minerales pesados

composición

La tabla II expresa los resultados del estudio. Sin

CORTE	M T	MONTMORILLONITA	ATAPULGITA	ILITA	CAOLINITA
I DE SILES	212	19	39	13	29
	210	4	71	23	1
	209	20	41	29	10
	205	---	52	41	8
	203	---	33	57	9
	200	10	57	38	9
II VILLAR	848-1	---	15	39	46
	848	---	11	33	55
III MELGARES	606	---	58	33	9
	608	---	77	20	1
	595	---	44	28	27
IV PUNTAL	1028	---	52	37	11
	1033	2	53	29	15
V CEREZO	284	13	22	42	23
	284	8	53	26	12
	283	---	12	75	13
VI VENANCIAS	308	15	54	17	12
	330	20	26	35	14
	309	11	24	31	32
	331	20	14	32	33
	310	44	19	16	21
VII CARRASCO	364	70	11	16	3
	363	50	21	20	2
	362	66	19	12	2
	360	47	33	18	3

TABLA I Estudio cuantitativo de la fracción arcilla.

tener en cuenta la mena metálica, por carecer de medios que permitan la identificación en especies minerales, puede establecerse como característica la asociación Turmalina-Circón-Anatasa.

procedencia

La asociación mineralógica indica como rocas

madres: rocas metamórficas de alto y bajo grado, rocas ígneas ácidas y básicas.

No obstante, la presencia de granos de turmalina y circón redondeados, en proporción dominante sobre los no redondeados, el desgaste que se observa en los restantes granos, y la ausencia casi

FRACCION DETRITICA DEL TRAMO INFERIOR DE LA FORMACION DE SANTIAGO DE LA ESPADA

M. NO IDENT.	GLAUCONITA	FLUORITA	BIOTTA	TITANITA	PIROXENO s.l	ANFIBOL s.l	HORNBLENDA	ANDALUCITA	PENNINA	GRANATE	CORINDON ?	RUTILO	ESTAUROLITA	ANATASA	CIRCON	TURMALINA	M. METALICA	MUESTRA ↑ M	POTENCIA (ms.)	CORTE
	t	t	t	t				l		t	t R	t t	t t	R R	1 R	3	8	212 210 209 208 205 203 200	56	I CORTE TIPO C. SILES
R			t l			t		t			R R	R	t	2 R	2 1	5 5	848-1 848	15	II C. VILLAR	
3			R	t				t t	l	R R	R t	t t	R 1	2 R	R 1	6 5 4 T	606 607 608 609	120	III A. MELGARES	
		t									R l	t t	t t	R R	R R	T T	1028 1030 1034 1037	30	IV FTE PUNTAL	
								t		t t	t	t	R t	R R	R R	4 5	272 284	30	V. A. CEREZO	
t t t t								t		t t	R t	R l	R t	1 t	1 2 R	7 2 8 5 7	308 330 309 331 310	40	VI A. VEMACIAS	
t t t t			t t		t t		t	R	t	l t l t R	t t R R	R R t	R R t	R 1 R	3 4 t 2	7 3 7 4 3	364 363 362 360 359		VII C. CARRASCO	

TABLA II

total de los minerales pesados más lábiles, llevan a considerar un gran transporte sufrido por ellos, que podría explicarse de dos modos:

- a) por la lejanía del área fuente
- b) por ser minerales heredados, procedentes de un sedimento previo.

Ahora bien, debido a la cercanía de las posibles áreas fuentes, ha de aceptarse la segunda posibilidad, para la mayor parte.

De este modo se trataría de un suministro mayoritario debido a la erosión de materiales anteriores al que se sumarían nuevos minerales procedentes de la meseta.

Las rocas capaces de proveer de estos minerales afloran, de un modo general, en la meseta, situada a menos de 40 Kms al norte (en la actualidad) para los minerales poco desgastados.

En cuanto al origen de los procedentes de un sedimento anterior, se conoce la existencia de rocas capaces de suministrarlos en la Cobertera Tabular (López Garrido, 1971), que aflora al norte, entre este sector y la meseta, o en las arenas y margas de fácies de Utrillas que pudieron ser erosionadas durante el Mioceno.

Como resultado se obtiene un sedimento, formado en el área de dispersión de dos rocas madre diferentes, y por ello perteneciente a dos provincias petrográficas que se interaccionan.

Interpretación sedimentaria

Teniendo en cuenta los datos parciales suministrados por cada una de las técnicas empleadas, se pone de manifiesto la concordancia de los resultados de las mismas.

De este modo, se observa una composición mineralógica, tanto de la fracción ligera como de la pesada, muy homogénea para todas las muestras.

Los resultados del estudio granulométrico y de difracción de rayos X, ponen de manifiesto un paralelismo entre el tamaño de grano de los minerales detríticos (cuarzo fundamentalmente), y los porcentajes de arcillas detríticas o de neoformación, presentes en la muestra.

Para establecer comparaciones, consideramos los valores de C y M como los más representativos del tamaño de grano de la muestra, en cuanto que son índice de la capacidad de transporte de las corrientes.

A las muestras con valores de C y M mayores -cortes 1 a 6- corresponden los contenidos más altos en arcilla detríticas, mientras que las de menores tamaños (corte 7) se relacionan con el gran predominio de las arcillas de neoformación. Esto está de acuerdo con los resultados generales obtenidos por Millot (1964) y Huertas, Linares y Vivaldi (1970), de forma que en las zonas más internas de la cuenca, donde el tamaño de grano es menor, se daría el máximo de neoformación y hacia las externas, a la vez que aumenta el tamaño de grano, se incrementa el porcentaje relativo de arcillas detríticas.

Considerando a la vez los datos paleoecológicos, aportados por las faunas, se pone de manifiesto que los mayores tamaños de grano (facies de arenas rojas), están relacionados con faunas propias de aguas someras en medio marino y/o cercanas a costas, y los menores, con faunas propias de mar abierto, más alejadas de costas. La presencia de episodios turbidíticos en estas últimas, y las direcciones de paleocorrientes, corroboran la identificación de este ambiente de

FRACCION DETRITICA DEL TRAMO INFERIOR DE LA FORMACION DE SANTIAGO DE LA ESPADA

depósito, a la vez que se pone de manifiesto la procedencia de las corrientes de turbidez, a partir de la región donde se depositaban las facies más detríticas.

Dentro de la facies de arenas rojas, atendiendo a los diagramas CM se diferencian dos subambientes, de los cuales el definido por los cortes 1, 2 y 6 sería más propio de aguas agitadas por corrientes, con disponibilidad de aportes, lo cual está de acuerdo con los elevados contenidos en arcillas detríticas. Y la presencia de *Ostreas* y *Briozoos* con los datos texturales.

Los cortes 3 y 4 muestran tamaños algo menores, propios de un ambiente menos energético y/o con menos aportes detríticos. En ellos es donde aparecen faunas de aguas someras y limpias, en las intercalaciones calizas. Se trataría de un medio más protegido del influjo detrítico, en el que eventualmente se darían condiciones arrecifales o pararrecifales.

Las rocas capaces de proveer de estos minerales afloran de un modo general en la Meseta, situada a menos de 40 Kms en la actualidad, para los minerales poco desgastados.

En cuanto al origen de los procedentes de un sedimento anterior, se conoce la existencia de rocas capaces de suministrarlos en la Cobertera Tabular (López Garrido, 1971) que afloran al norte, entre este sector y la Meseta, o en las arenas y margas de las facies Utrillas.

El mapa de la figura 1 muestra las relaciones espaciales existentes entre el dominio de sedimentación margosa y el dominio de sedimentación detrítica, así como la diferenciación de subambientes dentro de este último: La dirección principal de aportes vendría del NE, lo cual está de acuerdo con los tamaños medidos de los cantos de cuarcita, y se distribuiría hacia el SW sobre los cortes 2, 1, 6 y 5. Una región de condiciones un poco diferentes estaría representada en el sector de los cortes 3 y 4, donde se vió favorecido el desarrollo de las faunas, y los episodios detríticos fueron esporádicos.

Por último, hacia el W, se alcanza una región más alejada de la costa en la que se depositarían materiales propios de aguas más tranquilas, como se muestra en el corte 7.

La escasez de feldespatos está de acuerdo con las conclusiones obtenidas en el estudio de minerales pesados, por lo que el origen mayoritario hay que buscarlo en sedimentos preexistentes, y el resto en rocas metamórficas o ígneas.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a J. Linares, F. Huertas y A. García-Cervigón por su valiosa orientación y ayuda.

BIBLIOGRAFIA

- BARAHONA E. & LINARES J. (1970). "Changes in clay mineral composition in sediments from southern Spain." *Reunión Hispano-Belga de Minerales de la Arcilla*. Madrid. pp. 215-222.
- BROWN G. (1961). "The X-Ray identification and crystal structures of clay minerals". *Ed. Mineralogical Society (clay mineral group)*. p. 544.
- CAILLEUX A. et TRICART J. (1963). "Initiation a l'etude de sables et de galets". *Centre de documentation Universitaire*. París.
- DABRIO C.J. (1970). "Bosquejo estratigráfico sobre la región El Tranco-Pontones-Santiago de la Espada (Zona Prebética, provincia de Jaén)". *Cuad. Geol. Univ. de Granada*; I-3. pp. 141-148.
- DABRIO C.J., FERNANDEZ J. y POLO M.D. (1971). "La Formación de Santiago de la Espada (Mioceno, SE de la provincia de Jaén)". *Cuad. Geol. Univ. de Granada*. II-1 pp. 31-40.
- DUPLAIX S. (1958). "Détermination microscopique des minéraux des sables". *Lib. Polyt. Ch. Béranger*. París.
- GRIM R.E. (1968) "Clay mineralogy" (2^a ed.) *Ed. Mc Graw-HillCo.*
- HUERTAS F., LINARES J. & MARTIN VIVALDI J.L. (1970) "Clay mineral geochemistry in Basic Sedimentary environments" *Reunión Hispano-Belga de minerales de la Arcilla*. Madrid pp. 211-214.
- JOHNS W.D., GRIM R.E. & BRADLEY W.F. (1954). "Quantitative estimations of clay minerals by diffraction methods". *Journ. sed. Petrology* 924; pp. 242-251.
- LOPEZ GARRIDO A.C. (1971). "Geología de la Zona Prebética al NE de la provincia de Jaén". *Tesis de Doctorado*. Univ. de Granada.
- MILLOT G. (1964). "Geologie des arguilles". *Ed. Mason et cie*. París.
- PARFENOFF A., POMEROL C. et TOURENQ J. (1970). "Les minéraux en grains. Methodes d'etude et determination". *Ed. Mason et cie*. París.
- PEREZ MATEOS J. (1965). "Análisis mineralógico de arenas. Métodos de estudio". *Publ. Patronato Alonso Herrera*. núm. 1. Madrid.
- PETTIJOHN F.J. (1957). "Sedimentary Rocks". *Harper Brother*. Nueva York.
- ROUBAULT M. (1963). "Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant". *Ed. Lamarre-Poinat*. París.
- VATAN A. (1967). "Manuel de Sedimentology". *Ed. Technip*. París.