

Estudio comparativo de los minerales de la fracción pesada en los sedimentos de las terrazas del Río Guadalete y fondos de la Bahía de Cádiz

Comparative study of the heavy fraction in the terrace levels of the Guadalete river and sediments from bottom of the Bay of Cádiz

J. P. Moral Cardona; M. Achab; S. Domínguez Bella; J.M. Gutiérrez Mas; D. Morata y J.M. Parrado Román.

Dpto. Cristalografía y Mineralogía, Estratigrafía, Geodinámica y Petrología y Geoquímica. Universidad de Cádiz. 11510 Puerto Real, Cádiz

ABSTRACT

Heavy minerals of sediments from bottom of the Bay of Cádiz and terraces of the Guadalete river have been studied, for establish the genetic relationships and source areas. The use of surface feature analysis using SEM gives information about morphological characteristics and separate phases of the sedimentary evolution. The coexistence of idiomorphic, subidiomorphic and xenomorphic grains in these sediments indicates a high reworking grade, polycyclic character of the sediments and diversification of source areas. For the Bay, two sources are suggested: a) from the continent, through the Guadalete river, that gives mainly polycyclic grains from sedimentary materials present in its basin and, b) from the coast and littoral, through the Guadalquivir river, that provides idiomorphic mineral grains from igneous and metamorphic terranes (Iberian Massif), arriving the Bay by littoral current action.

Key words.- Heavy minerals, surface features, provenance, Guadalete river, Bay of Cádiz

Geogaceta, 20 (7) (1996), 1492-1495
ISSN: 0213683X

Introducción

Los estudios sobre procedencia y transporte de sedimentos, se han basado en el uso de minerales accesorios para determinar asociaciones y áreas fuente. Estos, pueden complementarse con técnicas como la exoscopia, que proporciona información sobre las características superficiales y morfológicas de los granos y permite diferenciar fases de la evolución sedimentaria. En este trabajo, se aborda el análisis exoscópico de minerales de la fracción pesada del fondo de la Bahía de Cádiz y terrazas del río Guadalete, con el fin de establecer sus relaciones genéticas, en el contexto de un estudio más amplio sobre la Bahía y sus principales fuentes de aportes.

Los sedimentos de los fondos de la Bahía son siliciclásticos, diferenciándose una zona interna fangosa y una externa arenosa (Fig. 1). El sustrato rocoso está constituido por arcillas, arenas, areniscas y conglomerados de edad Plio-cuaternaria, sobre los que yacen fangos de marisma, arenas de playa y

gravas (Mabesoone, 1963 y Zazo *et al.*, 1983) (Fig. 1). En la cuenca del Guadalete se diferencian varios niveles de terrazas, habiéndose seleccionado los más fácilmente identificables (Mabesoone, 1963): una terraza inferior, próxima al actual cauce, un nivel medio y un nivel alto. En los niveles bajos domina la arena cuarcífera, con secuencias grano-decrecientes, mientras que en los niveles altos predomina la grava.

Materiales y métodos: La extracción de sedimentos marinos se realizó desde embarcaciones con draga tipo Van-Veen. En tierra se procedió al levantamiento de series y muestreo detallado. Las muestras, limpias, sin carbonatos ni materia orgánica, se tamizaron para separar las fracciones fina y gruesa y se midió el contenido de minerales pesados mediante separación con líquidos densos. El análisis exoscópico se efectuó con MEB Jeol modelo JSM 820.

TEXTURAS SUPERFICIALES Y MORFOLOGÍAS	MINERALES PESADOS DE LA BAHÍA												MINERALES PESADOS DEL GUADALETE															
	Epidota			Circón			Granate			Turmalina			Andalot		Epidot		Circón		Granate		Turmalina		Andalot					
	Ep1	Ep2	Ep3	Ep4	Zr1	Zr2	Zr3	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Tu1	Tu2	Tu3	An1	An2	ep1	ep2	zr1	zr2	zr3	gr1	gr2	tu1	tu2	tu3	an1	an2
Fracturas concoideas angulosas	X							X			X						X				X	X						
Fracturas concoideas retrabajadas	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Escalones	X							X									X				X						X	
Vs mecánicas	X																X											
Surcos		X	X			X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Placas imbricadas				X			X	X	X					X	X			X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Figuras de disolución	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Huecos de disolución	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Morfología*	1	2	3	5	1	2	5	2	3	4	5	1	3	5	2	4	1	2	2	3	5	4	3	2	3	5	2	4

*La clasificación morfológica se ha realizado según el siguiente criterio: 1 = cristales idiomorfos; 2 = cristales subidiomorfos algo retrabajados; 3 = cristales subidiomorfos retrabajados; 4 = cristales xenomorfos angulosos; 5 = cristales xenomorfos redondeados.

Tabla 1.- Texturas superficiales y morfologías de los principales minerales pesados estudiados.

Table 1.- Surface features and morphologic characteristics of the main heavy minerals studied.

Resultados y discusión

En los fondos de la Bahía de Cádiz, los contenidos en fracción pesada no superan el 5% del total de la muestra, habiéndose determinado como asociación mineralógica dominante: **epidota, granate, rutilo, circón** (Gutiérrez Mas *et al.*, 1994), mientras que en las terrazas del río Guadalete la asociación encontrada es: **granate, circón, epidota y andalucita** (Moral Cardona *et al.*, 1995).

Morfologías y microtexturas: Utilizando una combinación de la terminología de texturas empleadas por Margolis y Krinsley (1974), Cater (1984) y Torcal y Tello (1992) se ha confeccionado la Tabla 1.

Circón.- En la Bahía se distinguen tres morfologías: **Zr1** (idiomorfo), **Zr2** (subidiomorfo) y **Zr3** (xenomorfo) (Tabla 1). El tipo **Zr1** presenta aristas redondeadas y signos de disolución; **Zr2** contiene huellas de abrasión y aristas redondeadas y **Zr3** marcas mecánicas y químicas. En el Guadalete se distinguen tres: **zr1**, **zr2** y **zr3**. El tipo **zr3** son granos redondeados semejantes a **Zr3** y **zr1** y **zr2** son similares a **Zr2**. Mabesoone (1963 y 1966) y Viguier (1974), consideran que el circón de las terrazas del Guadalete procede de los relieves subbéticos del curso alto del río. En la Bahía, los granos idiomorfos pueden proceder de la cuenca del Guadalquivir (Macizo Ibérico), y llegan a ésta desde la desembocadura por acción de las corrientes litorales, mientras que el Guadalete suministra mayoritariamente granos re trabajados.

Turmalina.- En la Bahía las morfologías son similares a las del circón. El tipo **Tu1** (idiomorfo) presenta texturas mecánicas (fracturas concoideas angulosas y surcos) y químicas (huecos de disolución), el **Tu2** (subidiomorfo) contiene fracturas concoideas pulimentadas, surcos y texturas químicas desarrolladas sobre marcas mecánicas y el tipo **Tu3** corresponde a granos xenomorfos. En el Guadalete los granos están muy re trabajados y redondeados (**tu3**), mientras que otros son subidiomorfos (**tu1** y **tu2**). El tipo **tu3** es similar a **Tu3** y los tipos **tu1** y **tu2** a **Tu2**. Al igual que el circón, los granos idiomorfos tipo **Tu1** llegarían a la Bahía desde la desembocadura del Guadalquivir, mientras que el Guadalete aporta granos re trabajados con morfologías policíclicas.

Granate.- En la Bahía se distinguen cuatro morfologías (Tabla I): **Gr1** (idio-

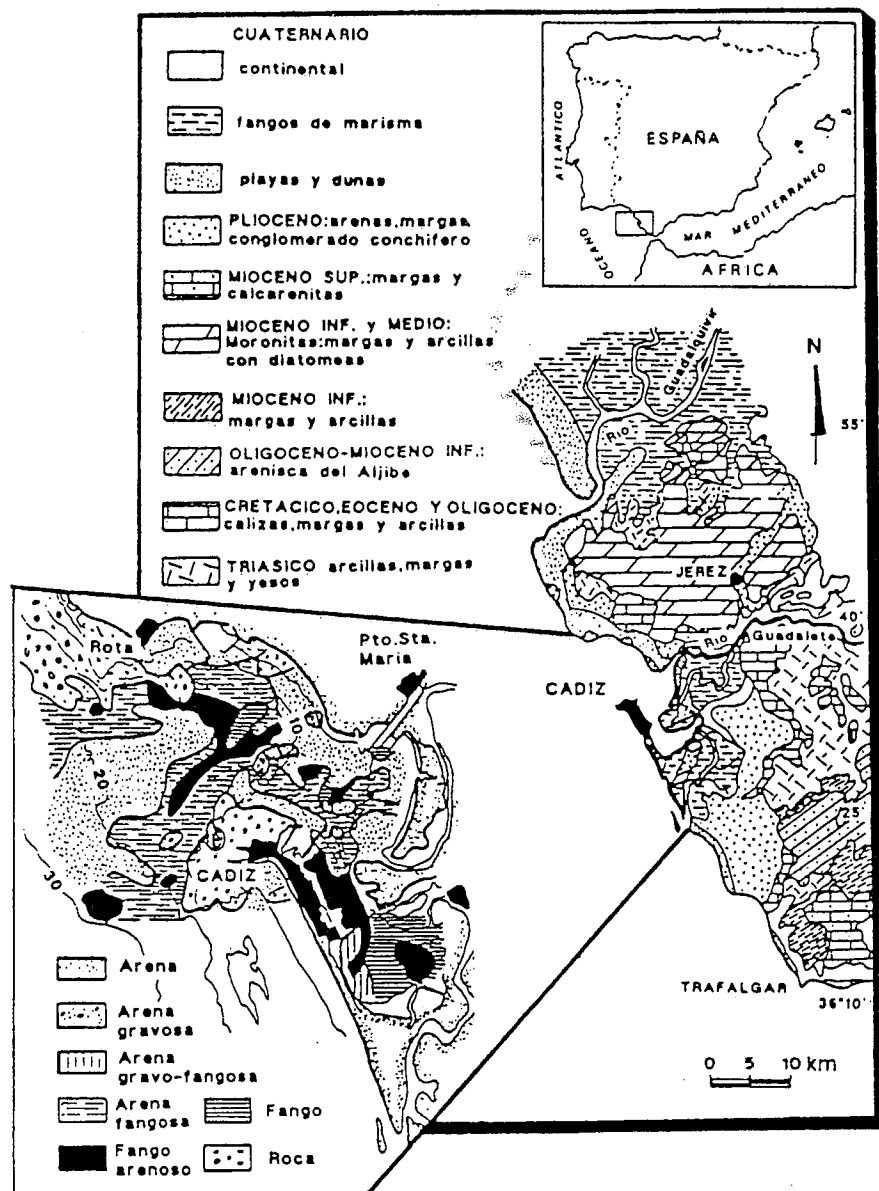


Fig. 1.- Contexto geológico de la Bahía de Cádiz.

Fig. 1.- Geological context of the Cádiz Bay.

morfo), **Gr2** (subidiomorfo) y **Gr3** y **Gr4** (xenomorfos). Los tipos **Gr1** y **Gr2** presentan texturas químicas y mecánicas re trabajadas, el Tipo **Gr3** tiene fracturas concoideas agudas y el **Gr4** es muy redondeado con texturas mecánicas y químicas. En el Guadalete predominan las fracturas concoideas similares a **Gr3**. Meliéres (1974) y Perez Mateos (1981), sugieren que el granate de las playas del litoral gaditano, procede de la calcarenitas del Mioceno Superior. Los datos del análisis exoscópico permiten suponer que, al menos los granos tipo **Gr3**, tengan esa procedencia, siendo aportados directamente por el Guadalete, en cuya cuenca afloran estos materiales. El resto de mor-

fologías indican áreas madre diferentes: **Gr1** y **Gr2** se relacionan con rocas metamórficas y **Gr4** con rocas sedimentarias multicíclicas muy re trabajadas.

Epidota.- En la Bahía se distinguen cuatro tipos de morfologías (Tabla 1), desde idiomorfos a xenomorfos. Entre las primeras predominan fracturas concoideas con dos variedades: angulosa (**Ep1**) y pulimentada (**Ep2**, **Ep3** y **Ep4**). Las texturas químicas (figuras y huecos de disolución) predominan en las variedades **Ep2**, **Ep3** y **Ep4**. En el Guadalete se distinguen dos: **ep1** (idiomorfo) similar a **Ep1**. El tipo **ep2** presenta texturas mecánicas y químicas semejantes a **Ep2**. Mabesoone (1963, 1966), con-

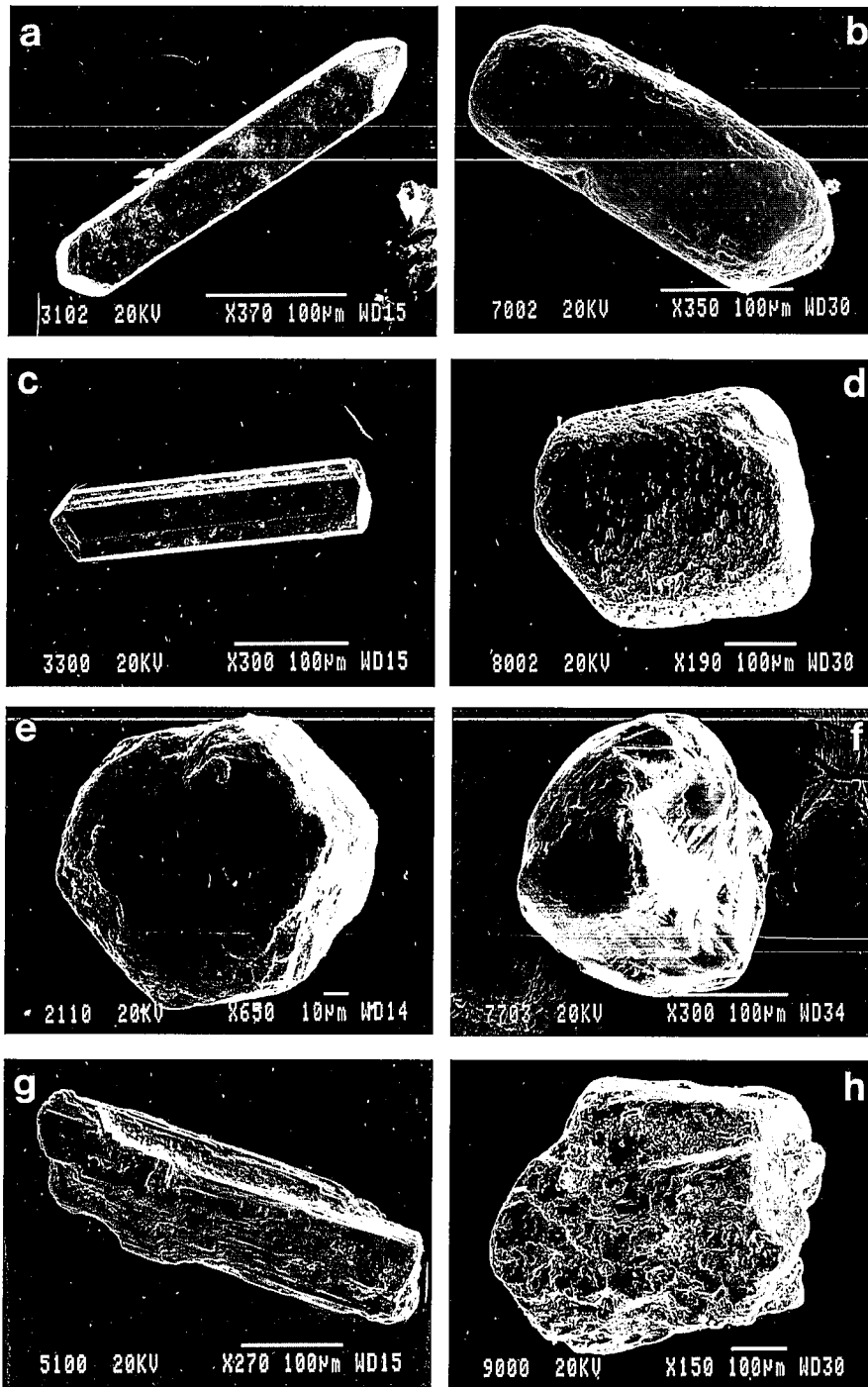


Fig. 2.- Fotografías realizadas con M.E.B. de algunos de los minerales pesados estudiados. a) Círcón de la Bahía (Zr1) en el que se observa antiguas marcas mecánicas (surcos) y signos de disolución. b) Círcón de las terrazas del Guadalete (Zr2) con surcos, fracturas concoideas retrabajadas y figuras y huecos de disolución. c) Turmalina de la Bahía (Tu1) en donde se observan surcos. d) Turmalina del Guadalete (Tu2) con fracturas concoideas retrabajadas, surcos agrandados por disolución y un gran desarrollo de figuras y huecos de disolución. e) Granate de la Bahía (Gr1) en el que se distinguen antiguas fracturas concoideas y signos de disolución. f) Granate del Guadalete (Gr4) en el que se observa la antigua superficie pulimentada con surcos e importantes fracturas concoideas. g) Andalucita de la Bahía (An1) donde se distinguen texturas mecánicas (fracturas concoideas) y químicas (figuras de disolución). h) Andalucita del Guadalete (An2) con un mayor grado de retrabajamiento, en donde se distingue la superficie de las fracturas concoideas retrabajadas y numerosas figuras y huecos de disolución.

Fig. 2.- SEM microphotographs of some heavy minerals studied. a) Zircon from the Bay (Zr1) showing old mechanical fractures (grooves) and solution signs. b) Zircon from the Guadalete river (Zr2) with grooves, reworking conchoidal fractures and oriented etch and solution pits. c) Tourmaline from the Bay (Tu1) with grooves. d) Tourmaline from the Guadalete (Tu2) with reworking conchoidal fractures, increased solution grooves and numerous oriented etch and solution pits. e) Garnet from the Bay (Gr1) with old conchoidal fractures and solution signs. f) Garnet from the Guadalete (Gr4) with old polished surface bearing grooves and important conchoidal fractures. g) Andalusite from the Bay (An1) with mechanical (conchoidal fractures) and chemical (oriented etch pits) features. h) Andalusite from the Guadalete (An2) with higher reworking grade bearing conchoidal fractures reworked surface and oriented etch pits and solution pits.

sidera al Guadalete la principal fuente de epidota a la Bahía y ubica su área fuente en el curso alto del río. Sin embargo, a pesar de que se han observado granos idiomorfos en las terrazas del Guadalete, se debe reconocer para las epidotas de la Bahía, al menos dos fuentes de aportes: una el Guadalete y otra el Macizo Ibérico, desde donde alcanzan el Golfo de Cádiz a través de la desembocadura del Guadalquivir (Melières, 1974).

Andalucita.- En la Bahía se distinguen dos morfologías (An1 y An2). El tipo An1 (subidiomorfo) presenta tex-

turas mecánicas (fracturas concoideas y escalones) y químicas (figuras y huecos de disolución). El tipo An2 (xenomorfo) contiene fracturas concoideas y superficies retrabajadas por texturas mecánicas y químicas. En el Guadalete aparecen dos tipos: an1 similar a An1 con texturas químicas y an2 con menos fracturas concoideas y más texturas químicas que An2. El carácter idiomorfo de parte de los granos, indica áreas fuente cercanas y una roca madre metamórfica. Los granos idiomorfos presentes en las terrazas del Guadalete, dada la ausencia

de rocas metamórficas en su cuenca, se interpretan como materiales procedentes del Macizo Ibérico que alcanzan la zona con anterioridad a la estructuración morfo-tectónica de esta cuenca.

Conclusiones

La similitud de las asociaciones minerales determinadas en la Bahía de Cádiz y en las terrazas del Guadalete indica áreas fuentes originales similares, aunque cronológicamente estructuradas de forma diferente.

La coexistencia de granos idiomorfos, subidiomorfos y xenomorfos, es un

índice de un grado de retrabajamiento relativamente alto y del carácter policíclico de una parte de los granos minerales que constituyen el sedimento, así como de la diversidad de las áreas fuente.

En el caso de la Bahía, se sugieren dos fuentes de sedimentos: una el río Guadalete, principal fuente de aportes a la misma desde el continente, que suministra mayoritariamente granos retrabajados policíclicos, procedentes de la erosión de los materiales sedimentarios que afloran en su cuenca, cuyos componentes clásticos están muy erosionados (areniscas del Aljibe, calcarenitas del Mioceno Superior, Subbético Medio). Otra, el río Guadalquivir, en cuya cuenca afloran terrenos ígneos y metamórficos (Macizo Ibérico) que aporta granos idio-

morfos poco trabajados que, desde su desembocadura, alcanzan la Bahía por acción de las corrientes litorales.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de los Grupos de Investigación de la Junta de Andalucía nº 4166 y 6005 y Proyecto de Investigación de la C.I.C.Y.T. 094/0501.

Referencias

- Cater, J. M. L. (1984). *Sedimentology*, 31, 717-731.
 Gutiérrez Mas, J.; Domínguez Bella, S y López -Aguayo, F. (1994). *Geo-Mar. Lett.*, 14, 52-58.
 Mabessone, J. M. (1963). *Geol Minj.*,

42, 309-328.

- Mabesoone, J. M. (1966). *Geol Minj.*, 45, 25-32.
 Margolis, V. and Krinsley, D. H. (1974). *Amer. Jour. Sci.*, 274, 449-464.
 Meliéres, F. (1974). *Thèse Sci. Nat. Univ. Paris VI*. 235pp.
 Moral Cardona, J. P. ; Sánchez Bellón, A. ; López-Aguayo, F. ; Caballero, M. A. y González Caballero, J. L. (1995). *Bol. Soc. Esp. Min.*, 18, 169-178.
 Perez Mateos, J. ; Pinilla, A. ; Alcalá del Olmo, y Alexandre, T. (1982). *Bol. Geol. Min. de España*, 93, 1-18.
 Torcal, L. y Tello, B. (1994). *Cuad. técnicos de la S. E. G.*, 4, 1-32.
 Viguier, C. (1974). *Thèse Univ. Bordeaux*. 449 pp.
 Zazo, C.; Goy, J. y Dabrio, C. (1983). *Mediterránea, Ser. Geol.*, 2, 29-52.