

Caracterización mineralógica de facies sedimentarias de edad Pleistoceno superior-Holoceno en el Parque Nacional de Doñana (Huelva). Implicaciones paleoambientales

Mineralogical characterization of sedimentary facies from Upper Pleistocene-Holocene age in the Doñana National Park (Huelva). Paleoenvironmental implications

M. Pozo¹, M.I. Carretero², F. Ruiz³, J. Rodríguez Vidal³, L.M. Cáceres³ y M. Abad³

1 Dpto. de Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Cantoblanco 28049, Madrid. manuel.pozo@uam.es

2 Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla, Apdo. 553, Sevilla. carre@us.es

3 Dpto. de Geodinámica y Paleontología, Universidad de Huelva, Avda.Fuerzas Armadas s/n, 21071-Huelva. ruizmu@uhu.es

Resumen: Se ha realizado el estudio textural y mineralógico de 65 muestras procedentes de dos sondeos largos y siete sondeos cortos realizados en el Parque Nacional de Doñana. Sobre la base del análisis granulométrico se han diferenciado seis facies sedimentarias de edad Pleistoceno superior-Holoceno. Estas facies están compuestas predominantemente de sedimentos de grano fino, localmente erosionadas por facies de granulometría más gruesa. Los resultados indican una mineralogía global constituida principalmente por la asociación mineralógica: filosilicatos (moscovita, paragonita, minerales de la arcilla) - carbonatos (calcita, dolomita) – cuarzo - feldespatos (Ca-Na,K) - minerales pesados. En la mineralogía de la arcilla la asociación es: esmectita-illita-caolinita-(clorita, interestratificados). El notable incremento de illita en la facies FA-5, cuando se compara con los materiales sobre los que se deposita erosivamente, confirma junto a criterios sedimentológicos y paleontológicos, la identificación de varias capas de tsunamitas en la zona estudiada.

Palabras clave: Cuaternario, facies, mineralogía, paleoambientes, tsunamitas.

Abstract: *The textural and mineralogical study of 65 samples from two long cores and seven short cores drilled in Doñana National Park has been done. On the basis of grain-size analysis, six sedimentary facies dated as Late Pleistocene-Holocene have been differentiated. These facies mainly consist of fine grained sediments, locally eroded and filled with coarser grained sediments. The results indicate a bulk mineralogy association made-up of: phyllosilicates (muscovite, paragonite, clay minerals)-carbonates (calcite,dolomite)-feldspars (Ca-Na,K)-heavy minerals. Clay mineral assemblage is composed of: smectite-illite-kaolinite-(chlorite, mixed layers). The significant illite increase in facies FA-5 when compared with underlying sediments, besides sedimentological and paleontological evidences corroborates the identification of several tsunamite beds in the studied sector.*

Key words: *Quaternary, facies, mineralogy, paleoenvironments, tsunamites.*

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años ha adquirido un especial interés la reconstrucción paleoambiental de depósitos sedimentarios de edad Pleistoceno-Holoceno en áreas litorales actuales. En dichos estudios se recoge, no sólo información sobre su evolución sedimentológica y geomorfológica sino también de los cambios y tendencias paleoclimáticas, e incluso de la actuación de eventos de alta energía. En el caso de estos últimos, adquiere especial relevancia el registro de depósitos de tsunamitas con periodo de retorno potencial, lo que hace sugestivo su estudio, no solo ya desde el punto de vista sedimentológico, sino especialmente, por su repercusión social, en la predicción del riesgo geológico que puede representar un futuro tsunami. Evidentemente estos estudios de reconstrucción paleoambiental deben abordarse de una forma interdisciplinar (Carretero *et al.*, 2002), con el fin de optimizar las conclusiones

derivadas de los resultados obtenidos, entre ellos el análisis mineralógico suministra información importante

sobre el origen y evolución de los sedimentos, así como del medio en el que se depositan, lo que a su vez permite en ciertas ocasiones inferir la existencia de variaciones paleoclimáticas (Chamley, 1989).

En este trabajo se aborda el estudio mineralógico de las facies sedimentarias depositadas durante el Pleistoceno superior-Holoceno superior en lo que actualmente es el Parque Nacional de Doñana, ubicado en el suroeste de la Península Ibérica. Se pretende contribuir a un mejor conocimiento de la reconstrucción paleoambiental de la zona y su evolución, teniendo en cuenta las asociaciones mineralógicas y su variación vertical y lateral en un periodo de tiempo que abarca alrededor de 50.000 años.

Facies FA-2. Limos masivos grisáceos.

Esta facies aparece ampliamente representada en todas las secciones estudiadas, tanto en el registro pleistoceno como posterior. Esta formada por limos finos y arcillas, predominando los primeros, con tonos que van del gris al verdoso. Solo localmente se ha observado laminación difusa. Los filosilicatos son predominantes (30-70%) sobre calcita (15-35%), cuarzo (<5%-15%), feldespatos (>5%-14%) y dolomita (5-30%). El cortejo de minerales pesados esta formado por granate, laminares verdes, opacos, rutilo, circón, titanita y hornblenda. La asociación de minerales de la arcilla esta constituida por esmectita (37-60%), illita (31-81%) y caolinita (5-17%). En bajo contenido (<5%) se ha identificado clorita e indicios de interestratificados irregulares de illita-esmectita y clorita-esmectita. Son facies con características intermedias entre las FA-1 y FA-3 y se interpretan como depósitos de marismas o zonas marginales de una laguna salobre (lagoon).

Facies FA-3. Arcillas y limos verdes laminados

Está constituida por limos arcillosos y arcillas limosas con un bajo contenido de arena (<4%). Presentan laminación paralela y escasa evidencia de bioturbación. La mineralogía total está constituida por filosilicatos (32-62%) y calcita (19-32%), con proporciones subordinadas de cuarzo (10-26%), feldespatos (<5-15%), dolomita (<5-17%) e indicios puntuales de yeso, halita y aragonito (<5%). El cortejo de minerales pesados esta formado por hornblenda, rutilo, estauroilita, andalucita, granate, laminares verdes, zoisita, opacos y circón. La asociación de minerales de la arcilla esta constituida por esmectita (31-55%), illita (34-54%) y caolinita (6-21%). En bajo contenido (<5%) se han identificado clorita e indicios de interestratificados irregulares de illita-esmectita y clorita-esmectita. Se interpreta como depósitos en las zonas submareales de lagunas salobres (lagoon) localizadas en la proximidad de aportes fluviales.

Facies FA-4. Limos amarillentos

Está formada por limos arcillosos a arenosos, con porcentajes en arena entre 4-20%. De pobre selección, pueden presentar estructuras sedimentarias laminadas. Destaca la variabilidad en la proporción de los minerales predominantes como cuarzo (14-44%) y filosilicatos (15-47%). Otros minerales incluyen dolomita (2-18%) y feldespatos (5-15%). Entre los minerales pesados se han reconocido distena y andalucita. Se interpretan como depósitos de áreas marinas próximas a los canales de entrada a un lagoon, y por lo tanto sometidas a un gradiente energético moderado a elevado.

Facies FA-5. Arenas y limos bioclásticos

Corresponde a la facies que se dispone formando crestas en los márgenes de antiguos o recientes canales maréales, frecuentemente sobre las facies FA-2 o FA-3. Presentan con frecuencia base erosiva, conteniendo

restos vegetales y clastos removilizados del sustrato. Superiormente pasan a acumulaciones masivas o laminadas de bioclastos marinos con frecuencia fragmentados. Criterios texturales han diferenciado dos subfacies denominadas FA-5a y FA-5b caracterizadas, de forma general, por presentar una distribución granulométrica bimodal y pobre selección.

En la subfacies FA-5a los bioclastos se presentan en una matriz limo-arcillosa de tonos verdes, con un bajo contenido de arena (<15%). En la mineralogía predominan los filosilicatos (20-65%) con menores contenidos en calcita (17-37%), cuarzo (<20%), dolomita (<5%) y feldespatos (<5%). La asociación de minerales de la arcilla esta constituida por esmectita (35-49%), illita (40-57%) y caolinita (<5-15%). En baja proporción (<5%) se ha identificado clorita e indicios de interestratificados irregulares de illita-esmectita y clorita-esmectita.

La subfacies FA-5b es transicional a la FA-6 y en ella los bioclastos se presentan en una matriz limo-arenosa de tono grisáceo a verdoso. La mineralogía presenta contenidos muy variables de sus constituyentes destacando los altos porcentajes en cuarzo que, salvo en la sección PLN, son superiores al 35% y que predominan junto a los filosilicatos (<5-44%) y calcita (<5-35%), presentando en menor proporción feldespatos (<5-24%) y dolomita (<5-24%). El cortejo de minerales pesados esta formado por laminares verdes, rutilo, circón, andalucita, piroxeno, zoisita, distena y hornblenda. La asociación de minerales de la arcilla esta constituida por esmectita (24-41%), illita (45-68%) y caolinita (6-17%).

Las características sedimentológicas de estos depósitos en cuanto a su granulometría, contenido fósil y estructura, permiten interpretarlos como tsunamitas.

Facies FA-6. Arenas amarillas

Esta facies se presenta asociada a las crestas arenosas en las secciones AR y DR (niveles masivos), mientras que en CM lo hace en el sistema de dunas de la barra de Doñana. Está constituida por arenas de tonos amarillentos con tamaño de grano fino a muy fino y bien seleccionadas. La mineralogía está constituida principalmente por cuarzo (>50%) con menor proporción de feldespatos (5-21%) y filosilicatos (<5-30%). En porcentajes menores del 5% se han reconocido calcita y dolomita. La asociación de minerales de la arcilla está constituida por esmectita (0-28%), illita (64-81%) y caolinita (8-19%). Se interpretan como depósitos eólicos asociados tanto al sistema de dunas de la barra de Doñana, como ocupando los márgenes de los meandros iniciales que circulaban por el antiguo lagoon.

La relación entre facies, mineralogía de la arcilla y paleoambientes se recoge en la Tabla I.

De forma sintética se puede establecer que en las facies de grano fino, ligadas a episodios de decantación

en encharcamientos, tiende a ser predominante la esmectita especialmente en las facies FA-2 y FA-3. En la facies FA-5, que se dispone preferentemente sobre las facies anteriores, se registra un incremento brusco en el

FACIES	MINERALOGÍA DE ARCILLAS	AMBIENTES DEPOSICIONALES
FA-1	$E_{40}I_{42}K_{18}$	Encharcamientos palustres Exposición subaérea
FA-2	$E_{43}I_{42}K_{12}C_{<5}$	Marismas Borde de lagoon
FA-3	$E_{43}I_{44}K_{12}C_{<5}$	Lagoon somero
FA-5a	$E_{43}I_{47}K_8C_{<5}$	Tsunamitas
FA-5b	$E_{34}I_{53}K_{13}$	Tsunamitas
FA-6	$E_{14}I_{72}K_{14}$	Barras arenosas Depósitos eólicos

TABLA I. Valores promedio de los minerales de la arcilla en las facies diferenciadas y paleoambientes. (E. esmectita. I. illita. K. caolinita. C. clorita.)

contenido de illita. Asimismo en las secciones más orientales (FR, GR, HR, PLN) se ha observado una variación significativa en el contenido de caolinita, que supera el 10% en FR, GR y techo de PLN, pero no en la sección más oriental de todas (HR), a pesar de que todas ellas contienen sedimentos de edades equivalentes (3000-2000 BP).

Localmente la entrada de aportes detríticos justifica la contribución de sedimentos arenosos que aportan además otros minerales como cuarzo, feldspatos y minerales pesados (FA-1b, FA-4). La asociación de minerales de la arcilla está constituida por esmectita, illita y caolinita, observándose en los depósitos más recientes también la presencia de clorita, pero en escaso contenido.

La asociación de minerales de la arcilla está constituida por esmectita, illita y caolinita, observándose en los depósitos más recientes también la presencia de clorita, pero en escaso contenido. Esta asociación es muy común en estos ambientes donde el predominio o distribución de unos u otros esta controlada por la disponibilidad (aportes) pero también por la decantación diferencial o los procesos de floculación salina (Chamley, 1989).

CONCLUSIONES

La ausencia de variaciones significativas en la mineralogía global y de la arcilla, sugiere una misma procedencia de los sedimentos a lo largo del tiempo en

que éstos se acumulan. Las variaciones en illita, esmectita y caolinita se relacionan con la intensidad y frecuencia de la entrada de aportes, pero también con el diferente comportamiento que tienen estos minerales de la arcilla cuando entran en contacto con aguas salinas. Entre los minerales no heredados se incluyen calcita, dolomita, yeso y halita. En el caso de la calcita existe además una contribución de origen biogénico en los bioclastos calcáreos, que justifican también los contenidos en aragonito observados.

El notable incremento de illita en la Facies FA-5, cuando se compara con los materiales sobre los que se deposita erosivamente (principalmente FA-2 y FA-3), confirma junto a criterios de tipo sedimentológico y paleontológico (fauna marina), la identificación de tsunamitas en la zona estudiada (Ruiz *et al.*, 2004-2005).

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento para el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) por las facilidades ofrecidas en el muestreo de los sondeos PLN y CM. Este trabajo ha sido financiado por la DGYCIT (proyectos CTM2006-06722 y CGL2006-01412) y los Grupos de Investigación RNM-238, RNM-293 y RNM-349. Es una contribución a los proyectos IGCP-495 y 526.

REFERENCIAS

- Carretero, M. I., Ruiz, F., Rodríguez Ramírez, A., Cáceres, L., Rodríguez Vidal, J., González-Regalado, M. L. (2002): The use of clay minerals and microfossils in palaeoenvironmental reconstructions: the Holocene littoral strand of Las Nuevas (Doñana National Park, SW Spain). *Clay Minerals* 37, 93-103.
- Chamley, H. (1989): *Clay Sedimentology*. Springer Verlag, Berlin, 623.
- Ruiz, F., Rodríguez-Ramírez, A., Cáceres, L.M., Rodríguez Vidal, J., Carretero, M.I., Clemente, L., Muñoz, J.M., Yañez, C., Abad, M. (2004): Late Holocene evolution of the southwestern Doñana National Park (Guadalquivir Estuary, SW Spain): a multivariate approach. *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 204, 47- 64.
- Ruiz, F., Rodríguez-Ramírez, A., Cáceres, L. M., Rodríguez Vidal, J., Carretero, M. I., Abad, M., Olías, M., Pozo, M. (2005): Evidence of high-energy events in the geological record: Mid-Holocene evolution of the southwestern Doñana National park (SW Spain). *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 229, 212-229.