

Composición y procedencia de los sedimentos detríticos del Cretácico Inferior de las subcuencas occidentales de la cuenca del Maestrazgo.

M.A. Caja¹, R. Marfil¹, R. Salas² y C. Rossi¹

¹ Departamento de Petrología y Geoquímica. Fac. de Geología. Univ. Complutense de Madrid. Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid. mcaja@eucmos.sim.ucm.es.
² Departamento de G.P.P.G. Fac. de Geología. Univ. de Barcelona. Martí i Franqués s/n. 08071 Barcelona.

ABSTRACT

A thick succession of Lower Cretaceous, predominantly continental clastic sediments ("Weald" facies) crop out in the westernmost sub-basins of the Maestrazgo Basin (eastern Iberian Range, Spain). 62 sandstone samples from the Mora, Castellar, and Camarillas Fms. have been thin sectioned and studied using transmitted-light and scanning electron microscopy, and 41 samples were point counted (300-400 points per thin section). The sandstones of the Mora and Castellar Fms. are similar, having mean compositions of $Q_{86}F_8R_6$ and $Q_{86}F_{10}R_4$, respectively. They are relatively rich in plagioclase and metamorphic rock fragments, lacking K-feldspar. The sandstones of the Camarillas Fm. have mean compositions of $Q_{78}F_{14}R_8$ (Peñagolosa subbasin) and $Q_{75}F_{23}R_2$ (Galve and Aliaga subbasins). They are relatively rich in K-feldspar and, locally, in plutonic rock fragments. In all the studied sandstones, the diagenesis has changed significantly the depositional abundances in feldspar, which is partly dissolved or replaced by kaolin and calcite. The sandstones of the Mora and Castellar Fms. derive in part from low- and medium-grade metamorphic terrains. In contrast, the sandstones of the Camarillas Fm. derive in part from crystalline terrains that were located to the W or NW.

Key words: sandstone provenance, diagenesis, Weald facies, Lower Cretaceous, Maestrat Basin

MARCO GEOLÓGICO Y ESTRATIGRAFÍA

Dentro de la cuenca Mesozoica del Maestrazgo (sector oriental de la cordillera Ibérica), durante el periodo de *rift* Jurásico Superior-Cretácico Inferior (Oxfordiense terminal-Albiense medio) se diferenciaron varias subcuencas. Este trabajo se centra en las tres más occidentales: las de Aliaga, Galve y Peñagolosa, situadas entre las provincias de Teruel y Castellón (Salas y Guimerá, 1996) (Fig. 1). Durante el Cretácico Inferior, en estas subcuencas se depositaron sedimentos siliclásticos fluviales con intercalaciones de carbonatos lacustres (facies *Weald*), pasando a techo a carbonatos marinos. Las formaciones estudiadas (Fig. 2), de base a techo, son: Fm. Areniscas de Mora, en adelante Fm. Mora (~140 m de espesor, Berriasiense terminal) que solo aflora en la subcuenca de Peñagolosa; Fm. Areniscas y Calizas de Castellar o Fm. Castellar, (~80-140 m de espesor, Valanginiense terminal-Hauteriviense medio); y Fm. Areniscas de Camarillas, abreviadamente Fm. Camarillas, (~125->250 m de espesor, Hauteriviense terminal-Barremiense) (Salas, 1987). La Fm. Mora, y cuando ésta no existe la Fm. Castellar, yace discordante sobre el Jurásico Superior. El contacto entre la Fm. Mora y la Fm. Castellar, así como el que

separa la Fm. Castellar de la Fm. Camarillas, son discontinuidades regionales (Salas *et al.*, 2001).

METODOLOGÍA

Se han levantado 8 columnas estratigráficas, recogiendo 62 muestras de areniscas para su posterior estudio en lámina delgada. Las muestras se impregnaron al vacío con resina de poliéster coloreada. Las láminas se tiñeron con alizarina roja-S, ferricianuro potásico y cobaltinitrito sódico para facilitar la distinción de carbonatos y feldspatos. Después de su estudio petrográfico, se realizaron análisis modales sobre 41 areniscas de tamaño medio a fino, contándose entre 300 y 400 puntos por lámina. Salvo que se indique expresamente, los porcentajes de los diferentes componentes se refieren al volumen de roca total. Las abundancias relativas de los tipos de cuarzo (Qm: cuarzo monocristalino; Qp2-3: cuarzo policristalino, 2-3 subcristales; Qp+3: cuarzo policristalino, más de 3 subcristales) se expresan recalculadas al 100%. En algunas muestras, la composición mineralógica se ha complementado mediante difracción de rayos X. Muestras seleccionadas se han estudiado con un microscopio electrónico de barrido (MEB) dotado de microanalizador EDAX.

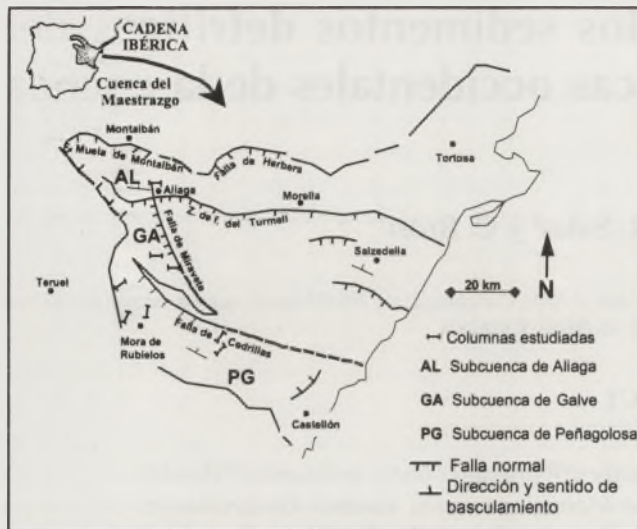


FIGURA 1: Situación geológica de la cuenca del Maestrazgo y localización de las subcuencas y columnas estudiadas (modificado de Salas et al., 2001)

CARACTERÍSTICAS TEXTURALES Y COMPOSICIONALES

Las areniscas de la Fm. Mora son subarcosas, sublitanitas y grauvacas de grano fino, moderadamente a mal seleccionadas, y con granos de subangulosos a subredondeados. El contenido en matriz arcillosa, que es de origen diagenético, oscila entre un 2,5% y más del 15%. La composición media, recalculada al 100%, de los granos principales (Q: cuarzo; F: feldespato; R: fragmentos de roca) es: $Q_{86}F_{8}R_{6}$. Predomina el cuarzo monocristalino (media= $Qm_{63}Qp2-3_{21,8}Qp+3_{15,2}$), frecuentemente con golfos de corrosión. Los granos de plagioclasa son relativamente abundantes (0,9-13%; media=5,4%) y muestran diferentes grados de alteración y maclado. Destaca la ausencia de feldespato potásico. Los fragmentos de roca dominantes son los metamórficos de medio (0,3-5,4%; media=2,4%) y bajo grado (<3,5%), en gran medida transformados en pseudomatrix (media=4,9%). Entre los componentes accesorios (<1%) se incluyen fragmentos de rocas plutónicas, moscovita, turmalina, minerales opacos y biotita. Las areniscas de la Fm. Mora contenían originalmente mucha más plagioclasa, ya que ésta se encuentra en la actualidad parcialmente disuelta o reemplazada por minerales arcillosos (epimatrix, fundamentalmente de caolín; 2,5-18,2%; media=9,2%) y carbonáticos (calcita). Así, restaurando la plagioclasa perdida durante la diagenesis a sus valores originales (sedimentarios), la composición media es: $Q(r)_{69}F(r)_{22}R(r)_9$. La porosidad visible en lámina delgada es en general muy baja (<10,1%; media=1,3%), su origen está relacionado con la alteración y disolución de las plagioclasas, y está en su mayor parte contenida entre los cristales de caolín.

Las areniscas de la Fm. Castellar son grauvacas, subarcosas y cuarzoarenitas de grano fino, moderadamente a mal seleccionadas y con los granos de subangulosos a subredondeados con un contenido medio en matriz arcillosa (epimatrix + pseudomatrix) del 20,3%. La composición

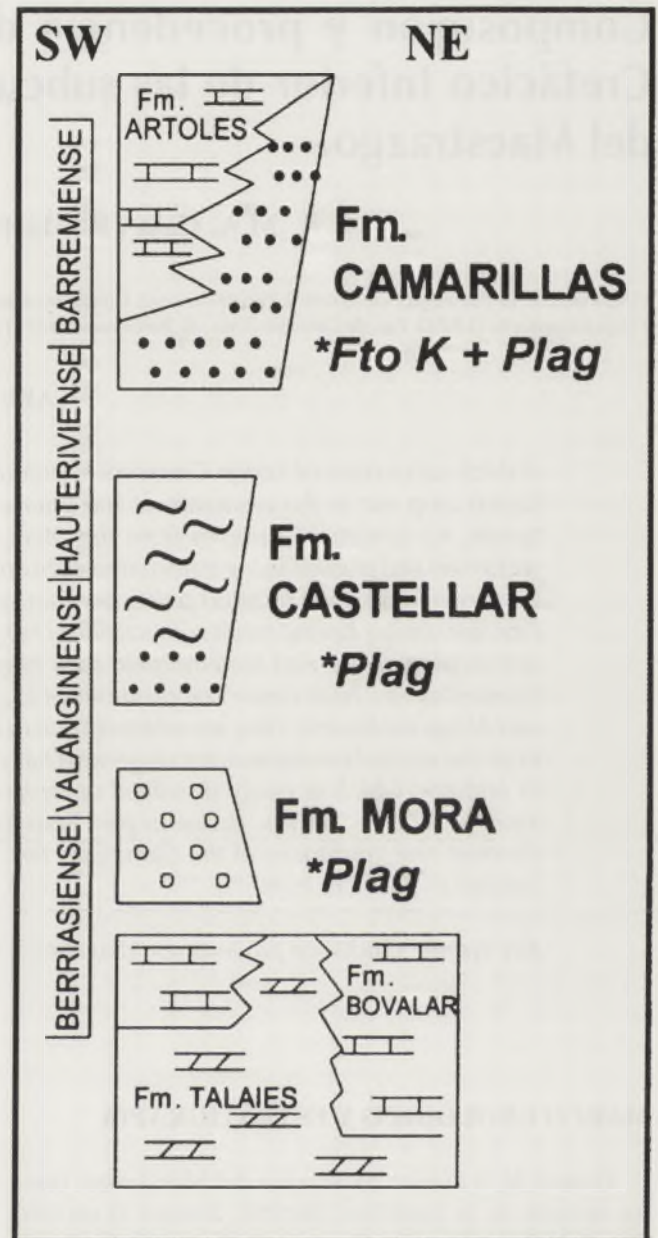


FIGURA 2: Esquema crono-estratigráfico. Se indica (*) el tipo de feldespato presente (Fto K y/o Plag) (modificado de Salas et al., 2001).

media es: $Q_{86}F_{10}R_4$. La distribución media de los tipos de cuarzo es $Qm_{64,7}Qp2-3_{22,7}Qp+3_{12,6}$. Al igual que en la Fm. Mora, los feldespatos son exclusivamente plagioclasa (1,3-10%; media=6,1%). Los fragmentos de roca más abundantes son los metamórficos de medio (0,7-4%; media=1,6%) y de bajo grado (<1%). Localmente aparecen fragmentos de rocas plutónicas. Los intraclastos arcillosos son localmente abundantes (hasta un 10%; media=2,2%). Biotita, moscovita, minerales opacos y turmalina aparecen en pequeñas proporciones (<1%). Como en el caso de la Fm. Mora, las areniscas de la Fm. Castellar contenían originalmente más plagioclasa, ya que ésta se encuentra parcialmente disuelta o reemplazada por caolín (media=6,5%) o calcita (hasta un 24%; media=10,7%). Así, restaurando la plagioclasa a sus valores originales (sedimentarios), la composición media es:

$Q(r)_{65}F(r)_{27}R(r)_8$. Las areniscas de la Fm. Castellar carecen prácticamente de porosidad visible en lámina delgada.

La composición de las areniscas de la Fm. Camarillas varía significativamente en función de la subcuenca de la que procedan. En la subcuenca de Peñagolosa, predominan las subarcosas sobre las sublitarenitas y hay algunas cuarzoarenitas. Se trata de areniscas de grano medio a fino, moderadamente a mal seleccionadas, con granos subangulosos a subredondeados con un contenido medio en matriz arcillosa (epimatriz + pseudomatriz) del 11,7%. La composición media es: $Q_{78}F_{14}R_8$. La distribución de los tipos de cuarzo es: $Qm_{59,4}Qp2-3_{24,4}Qp+3_{16,4}$. A diferencia con las formaciones subyacentes, los feldespatos incluyen tanto variedades potásicas (ortosa, microclina) (<13,3%; media=3,9%) como plagioclasa (2-10,9%; media=6,9%). Los fragmentos de roca predominantes son los plutónicos (<8%; media=3,3%), seguidos por los metamórficos de medio (0,7-3,6%; media=2%) y de bajo grado (<1%). Como en los casos anteriormente descritos, en la subcuenca de Peñagolosa las areniscas de la Fm. Camarillas contenían originalmente más feldespatos, ya que se encuentran parcialmente disueltos o reemplazados por caolín (3-8,6%; media=5,7%). Así, restaurando el feldespato a sus valores originales (sedimentarios), la composición media es: $Q(r)_{68}F(r)_{19}R(r)_{13}$. La porosidad visible en lámina delgada es baja (hasta un 9,1%; media=2,5%) aunque sensiblemente mayor que las areniscas de las Fms. Mora y Castellar. Su origen es secundario, relacionado con la alteración y disolución de los feldespatos.

En las subcuencas de Galve y Aliaga, las areniscas de la Fm. Camarillas son sensiblemente más ricas en feldespato que en la subcuenca de Peñagolosa. Se trata de subarcosas de grano medio a fino, moderadamente a mal seleccionadas, con granos subredondeados y con un contenido medio en matriz arcillosa (epimatriz + pseudomatriz) del 9,9%. La composición media es: $Q_{75}F_{23}R_2$. La distribución de los tipos de cuarzo es: $Qm_{73,2}Qp2-3_{17,7}Qp+3_{9,1}$. El feldespato potásico (ortosa y microclina) es muy abundante (5,3-21,2%; media=15,9%), con un contenido su-

bordinado en plagioclasa (0,3-5%; media=1,9%). Los fragmentos de roca plutónica tienen valores de hasta un 2% y los metamórficos de bajo grado valores medios de 1%. Otros componentes que aparecen en proporciones por debajo del 1% son: moscovita, turmalina, minerales opacos e intraclastos arcillosos. Como en los casos anteriormente descritos, estas areniscas contenían originalmente más feldespatos, ya que éstos se encuentran parcialmente disueltos o reemplazados por caolín (1,1-12,8%; media=5,4%). Así, restaurando el feldespato a sus valores originales (deposicionales), la composición media es: $Q(r)_{71}F(r)_{23}R(r)_6$. La porosidad visible en lámina delgada varía entre el 0,3 y el 11,1% (media=5%), es decir, los valores más altos de entre todos los grupos de areniscas estudiadas. El origen de la porosidad es tanto primario (media=2,7%) como secundario (media=2,3%) relacionado con la alteración y disolución de los feldespatos.

En conjunto, en las areniscas de las tres formaciones las principales fases autigénicas son las siguientes: caolín, calcita, cuarzo, calcita ferrosa, óxidos de hierro e illita. Una característica común de las areniscas de todas las formaciones es la gran abundancia de pseudomatriz, producida fundamentalmente por la deformación plástica de fragmentos de roca metamórfica de bajo grado (especialmente en las Fms. Mora y Castellar) y de intraclastos arcillosos durante la compactación mecánica. Como consecuencia de la generación de pseudomatriz, la mayor parte de la porosidad primaria de estas areniscas se destruyó relativamente pronto en su historia diagenética, impidiendo en gran medida el desarrollo de cementos de enterramiento como el de cuarzo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Existe una variación composicional significativa entre, por un lado, las areniscas de la Fm. Mora y Fm. Castellar y, por otro, las areniscas de la Fm. Camarillas. Esta diferenciación es patente en un diagrama QFR (Fig. 3-A) y, especialmente, en un diagrama Qm-FK-Plag (Fig. 4):

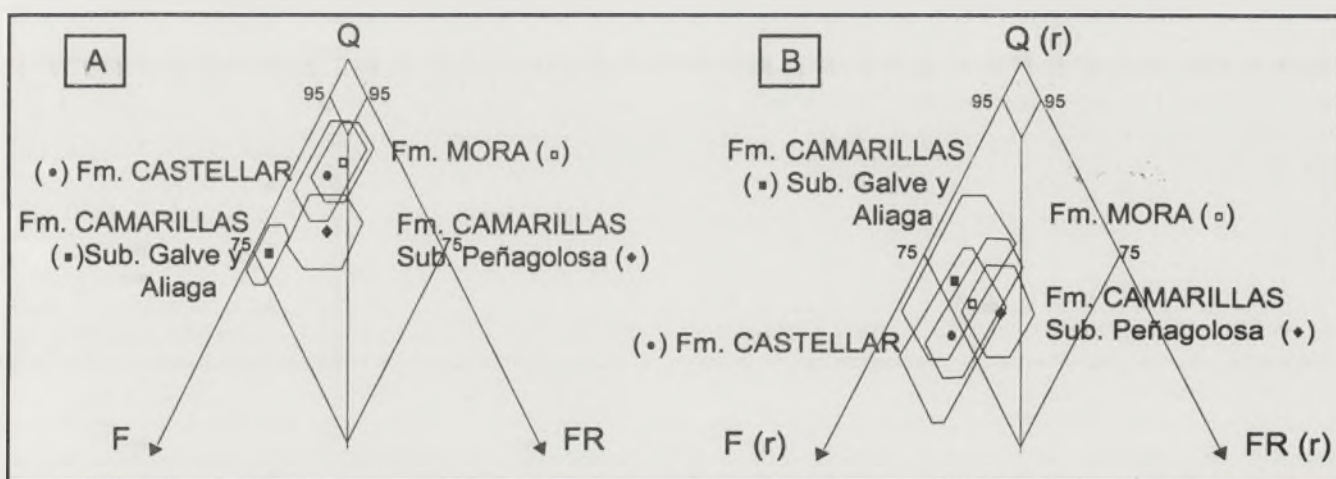


FIGURA 3: A-Diagrama triangular QFR (se representa la media y la desviación estándar). B-Diagrama triangular QFR "restaurado" ($Q(r)$ = cuarzo total; $F(r)$ = Plag + F_{io} . K + epimatrizes y cemento carbonático que reemplazan a feldespatos; $R(r)$ = FR metamórficos + plutónicos + pseudomatrices que proceden de FR).

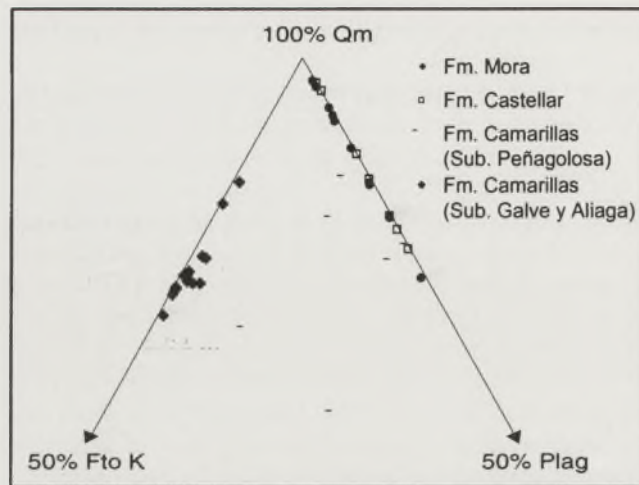


FIGURA 4: Diagrama triangular Qmono, Fto K, Plag.

las areniscas de la Fm. Camarillas presentan un mayor contenido general en feldespatos, y éstos son predominantemente potásicos, a diferencia de las Fms. Mora y Castellar, donde los feldespatos son menos abundantes y son exclusivamente plagioclasas. Además de la mencionada variación composicional vertical, existe sobreimpuesta una variación lateral dentro de las areniscas de la Fm. Camarillas, cuyo contenido en feldespato K es sensiblemente mayor en las subcuencas de Galve y de Aliaga y por tanto aumenta hacia el NW (Fig. 1).

La composición detrítica de prácticamente todas las areniscas estudiadas está muy distorsionada por la diagénesis, lo que debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar la procedencia de estos depósitos. La distorsión diagénica consiste fundamentalmente en la eliminación de gran parte del feldespato, que se encuentra parcialmente disuelto o reemplazado por caolín o calcita. Al proyectar las areniscas en un diagrama Q(r)F(r)R(r), usando proporciones restauradas, más representativas de las condiciones durante la sedimentación, la mayoría se clasifican como subarcosas y algunas como sublitanitas (Fig. 3-B).

En las Fms. Mora y Castellar, la abundancia de fragmentos de roca pizarroso-esquistosos, así como la presencia de una proporción significativa de cuarzo policristalino, indican la presencia en el área fuente de rocas metamórficas de bajo-medio grado. La abundancia de cuarzo con golfos de corrosión es compatible con la presencia en el área fuente de rocas volcánicas. Las areniscas de las Fms. Mora y Castellar guardan una notable similitud composicional con areniscas carboníferas en facies Culm de Menorca (Rosell y Arribas, 1989). Esta similitud sugiere que las áreas fuente podrían haber sido también similares.

En la Fm. Camarillas, la entrada de cantidades significativas de feldespato K, así como la presencia de hasta un 8% de FR plutónicos, sugiere aportes de áreas fuentes

granítico-gneíscas. Alternativamente, el aporte de feldespato K podría estar relacionado con la presencia de Facies Buntsandstein (concretamente su parte superior) en el área fuente (cf. Gómez-Gras, 1993). En cualquier caso, durante la sedimentación de la Fm. Camarillas destaca un área fuente capaz de suministrar feldespato K. La variación lateral en el contenido de este mineral (Fig. 4) indica que el área fuente que suministra el feldespato K debía estar situada más hacia el W o NW, o en cualquier caso más próxima a las subcuencas de Galve y Aliaga que a la de Peñagolosa. Esta posibilidad es compatible con los datos de paleocorrientes, que señalan una dirección de aporte desde el NW-W hacia el E (Soria, 1997).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado mediante una beca de formación del personal investigador del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, y por el proyecto BTE2000-0574-C03-02, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Se agradece la ayuda prestada por el personal del laboratorio de preparación de láminas delgadas del Dpto. de Petrología y Geoquímica de la U.C.M.

REFERENCIAS

- Gómez-Gras, D. (1993): El Permotriás de las Baleares y de la vertiente mediterránea de la Cordillera Ibérica y del Maestrat: Facies y Petrología Sedimentaria (Parte II). *Boletín Geológico y Minero*, 104: 467-515.
- Rosell, J. y Arribas J. (1989): Características petrológicas de las areniscas del Carbonífero de facies Culm de la isla de Menorca. *Boletín Geológico y Minero*, 100: 853-864.
- Salas, R. (1987): *El Malm y el Cretaci inferior entre el Massis de Garraf y la Serra d'Espadà*. Tesis doctoral, Univ. de Barcelona, 345 p.
- Salas, R. y Guimerà, J. (1996): Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20: 1704-1706.
- Salas, R., Guimerà, J., Mas, R., Martín-Closas, C., Meléndez, A. y Alonso, A. (2001): Evolution of the Mesozoic Central Iberian Rift System and its Cenozoic inversion (Iberian Chain). En: *Peri-Tethys Memoir 6: Peri-Tethyan Rift/Wrench Basins and Passive Margins* (W. Cavazza, A.H.F. Roberston y P.A. Ziegler, Eds.). Mémoires du Muséum Nationale d'Histoire Naturelle, 6: 145-185.
- Soria, A.R. (1997): *La sedimentación en las cuencas marginales del surco ibérico durante el Cretácico inferior y su control estructural*. Tesis doctoral, Univ. de Zaragoza, 363 p.