

LA SERIE TRIASICA DE LOS PASTORES (ALGECIRAS)

A. Martín-Algarra *, A. Márquez-Aliaga **, N. Solé de Porta ***, y J. M. Valenzuela ****

RESUMEN

En el Trías de superior de Los Pastores (Algeciras) se han podido diferenciar siete unidades litoestratigráficas superpuestas. Las unidades inferiores (1 a 4) muestran facies arcilloso-arenoso-evaporíticas de tipo Keuper. De ellas se han obtenido asociaciones del Carniense, de polen, procedentes de niveles pelíticos oscuros, y de bivalvos, procedentes de intercalaciones carbonatadas. Estas unidades inferiores se pueden correlacionar con las unidades K1 a K3 del Keuper del Subbético y del resto de la Península Ibérica. De las tres unidades superiores, la unidad 6 es de naturaleza pelítico-carbonatada y evaporítica y ha suministrado asimismo asociaciones de polen del Carniense. Las unidades 5 y 7, sin embargo, son de naturaleza carbonatada y presentan facies y organismos francamente marinos (Involutinidos y algas dasycladáceas) de características análogas a las que muestra el Trías superior de Facies Alpina de las Zonas Internas de la Cordillera Bética (Rondaides y Alpujarrides). El Trías de Los Pastores pertenece a una provincia fitogeográfica ecuatorial árida, cuya vegetación estaba dominada por elementos xerofíticos. Se depositó en una extensa llanura costera con influencia terrígena marginal y adyacente a una plataforma carbonatada, en ambientes de tipo perimareal y marino muy somero, muy sensibles a las variaciones en el nivel del mar. Las intercalaciones carbonatadas marinas contienen asociaciones de faunas autóctonas de baja diversidad, oportunistas y de nanismo endémico, propias de ambientes someros, restringidos, inestables e inmaduros ecológicamente, que confirman las características del medio sedimentario deducidas del análisis de las facies.

Palabras clave: *Trías superior, Facies Germánica y Alpina, bivalvos, polen, sedimentación costera y marina somera.*

ABSTRACT

Seven superimposed lithostratigraphic units have been distinguished in the Upper Trias of Los Pastores (Algeciras). The four lower units (1 to 4) show clayey-sandy-evaporitic Keuper facies. Pollen associations obtained from dark pelitic levels, and bivalves sampled from carbonate intercalations within these four lower units allow to date them as Carnian. These lower units can be correlated with the K1 to K3 units of the Keuper of the Subbetic and of other regions of the Iberian Peninsula. Concerning the three higher units, the unit 6 is pelitic-carbonatic and evaporitic and it also bears Carnian pollen associations. The units 5 and 7, however, are carbonatic and show clearly marine facies and organisms (Involutinidae and dasycladacean algae) of the same type than those shown by the Upper Triassic of Alpine Facies of the Internal Zones of the Chain (Alpujarrides and Rondaides). The Trias of Los Pastores belongs to an arid ecuatorial phytogeographical province, whose the vegetation was dominated by xerophytic elements. It was deposited in a wide coastal flat with marginal terrigenous influence and close to a carbonate platform, in peritidal and shallow marine depositional environments, very sensitive to sea-level fluctuations. The marine carbonate intercalations bear low-diversity, dwarf and opportunistic marine faunal associations, typical of shallow, restricted, unstable and ecologically immature environments, as it has been confirmed independently by facies analysis.

Key words: *Upper Trias, Germanic and Alpine Facies, bivalves, pollen, coastal and shallow marine sedimentation.*

* Departamento de Estratigrafía y Paleontología, IAGM, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 18071 Granada.

** Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Valencia, 46100 Burjassot, Valencia.

*** Departament G.D.G.P., Facultat de Geologia, Zona Universitaria de Pedralbes, 08028 Barcelona.

**** Instituto de Bachillerato Mixto n.º 3, Seminario de Ciencias Naturales, Duque de Rivas, s/n, 11207 Algeciras, Cádiz.

Introducción

En el Trías de Europa se distinguen habitualmente dos tipos de facies: la Germánica y la Alpina. La Facies Germánica comprende sedimentos triásicos continentales y marinos alternantes que forman la clásica Trilogía Germánica (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper), mientras que la Facies Alpina está compuesta básicamente por sedimentos carbonatados, principalmente de plataforma y en menor medida pelágicos. Sin embargo, esta doble subdivisión de facies no tiene una significación paleobiogeográfica precisa, dado que las faunas de los dominios paleobiogeográficos Boreal y Tethysiano pueden aparecer indistintamente en ambos tipos de facies (Budurov *et al.*, 1993). En el Trías de la Cordillera Bética tanto las facies de tipo Germánico como las de tipo Alpino se encuentran ampliamente representadas (Blumenthal, 1927; Fallot, 1948; Fontboté, 1970, Martín-Algarra, 1987): las sucesiones carbonatadas de Facies Alpina son características de las Zonas Internas, en particular del dominio alpujarriderondaide, y se depositaron en ambientes preferentemente marinos; por su parte, el Trías de las Zonas Externas está predominantemente constituido por sedimentos arcilloso-arenoso-evaporíticos de tipo Germánico, mayoritariamente depositados en ambientes continentales y costeros, entre los cuales aparecen esporádicas intercalaciones carbonatadas marinas de aguas muy someras.

El Trías de la Cordillera Bética, sin embargo, dista aún de estar bien conocido y ello se debe a la conjunción de una serie de factores: la intensidad de las deformaciones tectónicas, la relativa uniformidad de las facies a lo largo de toda la sucesión y, sobre todo, la escasez de fósiles de significación bio y cronoestratigráfica, que permitan efectuar dataciones precisas.

Estudios recientes (Delgado *et al.*, 1981; Simon, 1987; Gil *et al.*, 1987; Martín-Algarra, 1987; Martín y Braga, 1987; López-Chicano y Fernández, 1988; Pérez-López y López-Chicano, 1989; Pérez-López, 1991, entre otros) ponen de manifiesto que la estratigrafía de los terrenos triásicos de la Cordillera Bética es compleja y variada en el detalle, que las correlaciones con áreas próximas de estratigrafía más y mejor conocida no están exentas de dificultades, en parte debido a problemas de carácter paleobiogeográfico y, por último, que la diversidad paleogeográfica de los terrenos triásicos puede ser mayor de lo que hasta ahora se había sospechado.

Un problema paleogeográfico de gran importancia es el de las relaciones entre las Zonas Internas y las Externas durante el Trías: los terrenos de esta edad son los únicos de todo el registro mesozoico que se encuentran bien representados en ambos dominios

geológicos mayores, pero muestran notables diferencias de uno a otro. Sin embargo, el reconocimiento de las relaciones paleogeográficas entre el Trías de Facies Germánicas y el de Facies Alpina se ve dificultado por la gran complejidad tectónica del contacto entre las Zonas Externas y las Internas de la Cordillera y por la escasez de afloramientos triásicos en los sectores más internos del Subbético. En el sector occidental de la Cordillera Bética existen una serie de sucesiones triásicas de particular interés, tanto por su posición tectónica muy interna dentro de las Zonas Externas como porque presentan una estratigrafía diferente, en el detalle, de la que se reconoce en otros afloramientos subbéticos cercanos. El objetivo del presente trabajo es, precisamente, dar a conocer las características de una de estas sucesiones, la serie de Los Pastores, que ha proporcionado varios niveles fosilíferos de bivalvos, foraminíferos y algas, y niveles carbonosos con asociaciones de polen.

El Trías de Los Pastores: situación geográfica y geológica

El Trías de Los Pastores se localiza en las proximidades de Algeciras, en la provincia de Cádiz (fig. 1). Forma parte de un afloramiento de reducidas dimensiones, que es atravesado por la carretera N-340 entre los kilómetros 102 y 103. Está constituido por una sucesión subvertical de materiales triásicos, jurásicos y, en menor medida, cretácico-terciarios intensamente deformados, que aparecen incluidos tectónicamente entre terrenos predominantemente arcilloso-margosos del Complejo del Campo de Gibraltar (fig. 2). Sus materiales, sobre todo los jurásicos, de naturaleza calizo-dolomítica y margosocalcárea, son activamente explotados en cantera, por lo que muy pronto desaparecerán en su práctica totalidad. Paradójicamente, y a diferencia de lo que sucede en la mayoría de las sucesiones de materiales triásico-jurásicos, la parte triásica se encuentra notablemente menos tectonizada que el resto y su serie aparece bien expuesta en la mitad occidental del afloramiento.

El interés de la sucesión de Los Pastores es grande por varias razones: en primer lugar, por ser uno de los escasos afloramientos de materiales precretácicos que aparecen en el Complejo del Campo de Gibraltar (Didon, 1969); en segundo lugar, porque su estratigrafía difiere en el detalle de la que se reconoce en unidades subbéticas próximas y, en particular, de la del Penibético de Ronda (Dürr, 1967; Martín-Algarra, 1987); en tercer lugar, porque su posición paleogeográfica es objeto de controversia, al igual que la de otros afloramientos cercanos de características parecidas, entre los que destaca el Peñón de Gibraltar.

Durand-Delga (1972) y Didon *et al.*, (1973) incluyeron a la sucesión de Los Pastores y al Peñón de Gibraltar, junto con los diversos elementos tectónicos que constituyen el Yebel Musa, de la otra orilla del Estrecho (Durand-Delga y Villiaume, 1963), en un dominio paleogeográfico particular, el Tariquíde (de Yebel Tarik, denominación árabe del Peñón). Inicialmente, el Tariquíde fue considerado por estos autores como un subdominio del Surco de los Flyschs Norteafricanos y, más tarde, como parte de la denominada Zona Predorsaliense (Olivier, 1984). Para Martín-Algarra (1987) el Tariquíde debe ser más bien considerado como un conjunto de elementos fragmentarios y dispersos, paleogeográficamente procedentes de sectores internos del Paleomargen Sudibérico próximos al frente de las Zonas Internas, que han sido incorporados por la tectónica alpina al Complejo del Campo de Gibraltar; serían, por lo tanto, elementos muy internos del dominio Subbético, hipótesis que ha sido asimismo defendida recientemente por otros autores (El Hatimi, 1991).

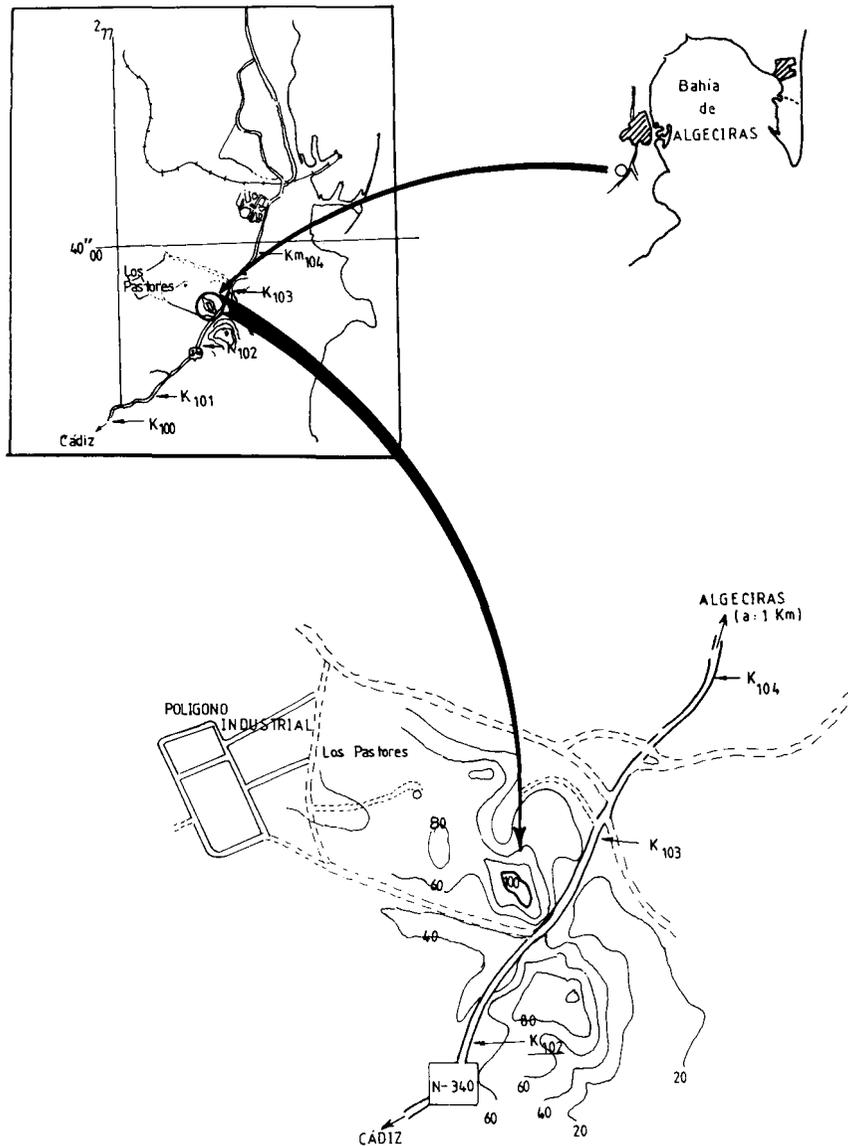


Fig. 1.—Situación geográfica del afloramiento de Los Pastores.

Fig. 1.—Geographical position of the Los Pastores outcrop.

Litoestratigrafía y descripción de las facies

En la figura 3 se presenta una cartografía esquemática del afloramiento de Los Pastores. Los rasgos generales de la estructura y de la serie estratigráfica quedan recogidos en los cortes geológicos representados en las figuras 4, 5 y 6. Como queda recogido en ellas, dentro de la sucesión triásica se pueden reconocer siete conjuntos litoestratigráficos, que se han diferenciado como unidades informales. La primera, y estratigráficamente más baja, sólo se reconoce en el sector meridional del afloramiento y sus rasgos estratigráficos originales han sido sustancialmente modificados por intensas deformaciones tectónicas. Por el contrario, los restantes conjuntos litológicos se encuentran bien estratificados y se pueden seguir a lo largo del afloramiento formando bandas subpara-

lelas de orientación próxima a N-S (fig. 3). Describiremos a continuación las características de cada una de estas unidades litoestratigráficas.

Unidad 1: yesos caóticos y areniscas

Estos materiales afloran en la cantera —actualmente en explotación— situada al S de la carretera N-340, así como en otra más pequeña situada al W de la primera, donde han sido ya explotados en su mayor parte (figs. 3, 4 y 5). Los yesos (fig. 4, corte B, 1a) son por lo general masivos, compactos y de colores blancos, aunque hacia techo se reconocen algunos bancos de color rosado. Su espesor mínimo es del orden de una quincena de metros, pero este valor ha de ser tomado con precaución, dado el intensísimo

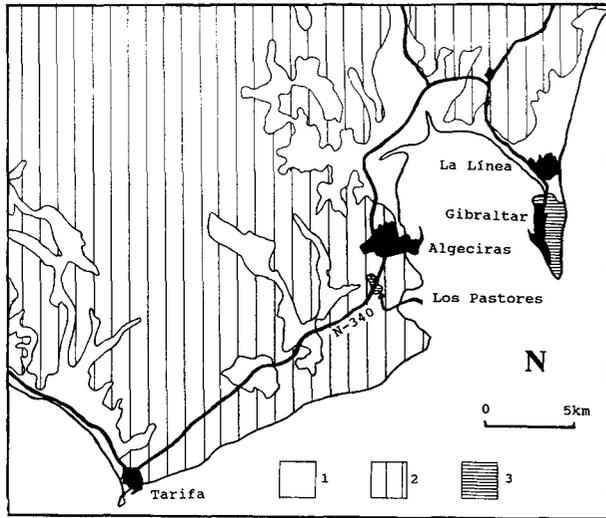


Fig. 2.—Situación geológica del afloramiento de Los Pastores. 1: Neógeno-Cuaternario. 2: Complejo del Campo de Gibraltar indiferenciado. 3: Tariquides (Peñón de Gibraltar y Los Pastores).

Fig. 2.—Geological position of the Los Pastores outcrop. 1: Neogene-Quaternary. 2: Campo de Gibraltar Complex (undifferentiated). 3: Tariquides (Gibraltar Rock and Los Pastores).

replegamiento que afecta a estos materiales y que se puede apreciar gracias a la existencia local de una laminación determinada por la aparición de niveles oscuros, a veces jalonados por cristales bipiramidales centimétricos de cuarzo ahumado. En el talud occidental de la cantera principal se observa que los yesos soportan, incluyéndolo parcialmente, a un conjunto de areniscas verdosas de grano fino, de varios metros de espesor, que aparecen surcadas por filoncillos de yeso rosa (1b, corte B, fig. 4). Estas areniscas muestran laminación cruzada y están estratificadas en bancos de varios decímetros de espesor separados por intercalaciones arcilloso-margosas amarillentas.

Unidad 2: conjunto pelito-arenoso-carbonatado inferior

Esta unidad forma un paquete continuo y bien estratificado en niveles de espesor centi a decimétrico. Aflora ampliamente al N de la carretera, constituyendo el límite occidental del afloramiento de Los Pastores. Al S de la carretera aflora en dos puntos: en el extremo occidental del afloramiento, al N de un pequeño cerro testigo aún no completamente desmantelado por las labores de extracción de la cantera (fig. 6); y constituyendo el talud oriental de la cantera principal (fig. 4, cortes B, B' y C). En esta última zona se reconocen sus niveles más bajos, en contacto con los yesos y areniscas antes descritos, y en ella se ha levantado el corte representado en la figura 8. El espesor de este conjunto llega a alcanzar 36 m.

Sus primeros metros están constituidos por una alternancia de arcillas grises y verdes con pasadas rojas esporádicas, y de niveles decimétricos a centimétricos de margocalizas amarillentas y verdosas y de dolomías grisáceas finamente areniscosas. Todas estas litologías pueden contener yeso disperso. Los niveles margocalizos muestran microfácies micríticas. Los estratos dolomíticos, que a veces constituyen plaquetas centimétricas separadas por finos lechos arcillosos, presentan microfácies micríticas y/o láminas con moldes de evaporitas; en otros casos tienen aspecto carniolar o bréchico, siendo entonces frecuentes los óxidos de hierro y los clastos de arcillas verdes en su interior. En las dolomías laminadas es frecuente reconocer lechos formados por antiguas mallas de algas

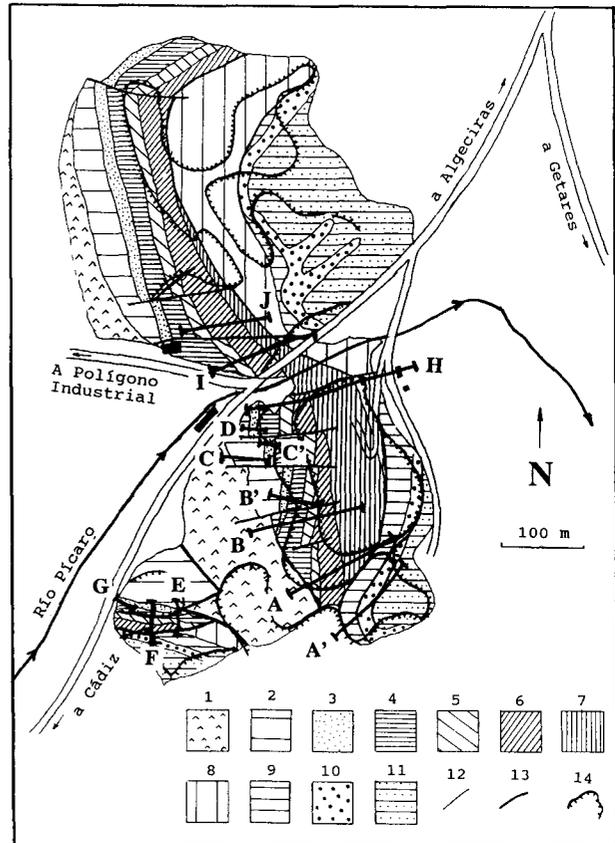


Fig. 3.—Mapa geológico del afloramiento de Los Pastores y situación de los cortes geológicos A-H, representados en las figuras 4, 5 y 6. 1 a 7: Materiales triásicos, correspondientes a las unidades 1 a 7 descritas en el texto. 8 a 11: Materiales postríasicos. 8: Calizas blancas (Lías inferior). 9: Margocalizas y margas (Lías medio y superior). 10: Margocalizas y calizas nodulosas (Jurásico medio y superior). 11: Margocalizas y margas blancas (Cretácico inferior). 12: Contacto estratigráfico. 13: Contacto tectónico. 14: Cantera.

Fig. 3.—Geologic map of the Los Pastores outcrop and location of geological cross-sections A to H, represented in Figures 4, 5 and 6. 1 to 7: Triassic materials corresponding to units 1 to 7 described in the text. 8 to 11: Posttriassic materials. 8: White limestones (Lower Lias). 9: Marlstones and marls (Middle and Upper Lias). 10: Marlstones and nodular limestones (Middle and Upper Jurassic). 11: White marlstones and marls (Lower Cretaceous). 12: Stratigraphic contact. 13: Tectonic contact. 14: Quarry.

que alternan con otros de naturaleza bioclástica o peletoidal. La presencia de pequeños granos de cuarzo anguloso es, asimismo, un hecho común, pudiéndose reconocer en este caso laminaciones cruzadas.

En los metros superiores de la sucesión, las tonalidades rojas se hacen más frecuentes en las arcillas, al tiempo que entre ellas aparecen intercalaciones centimétricas de areniscas micáceas, limos y niveles carbonatados. Las areniscas forman estratos decimétricos, son de colores verdosos y de grano fino, muestran bases netas y estructuras sedimentarias abundantes, básicamente laminación cruzada. Sin embargo, en el afloramiento más occidental de estos materiales (fig. 5), las características de la parte alta de la sucesión, bajo las areniscas inmediatamente suprayacentes, son algo

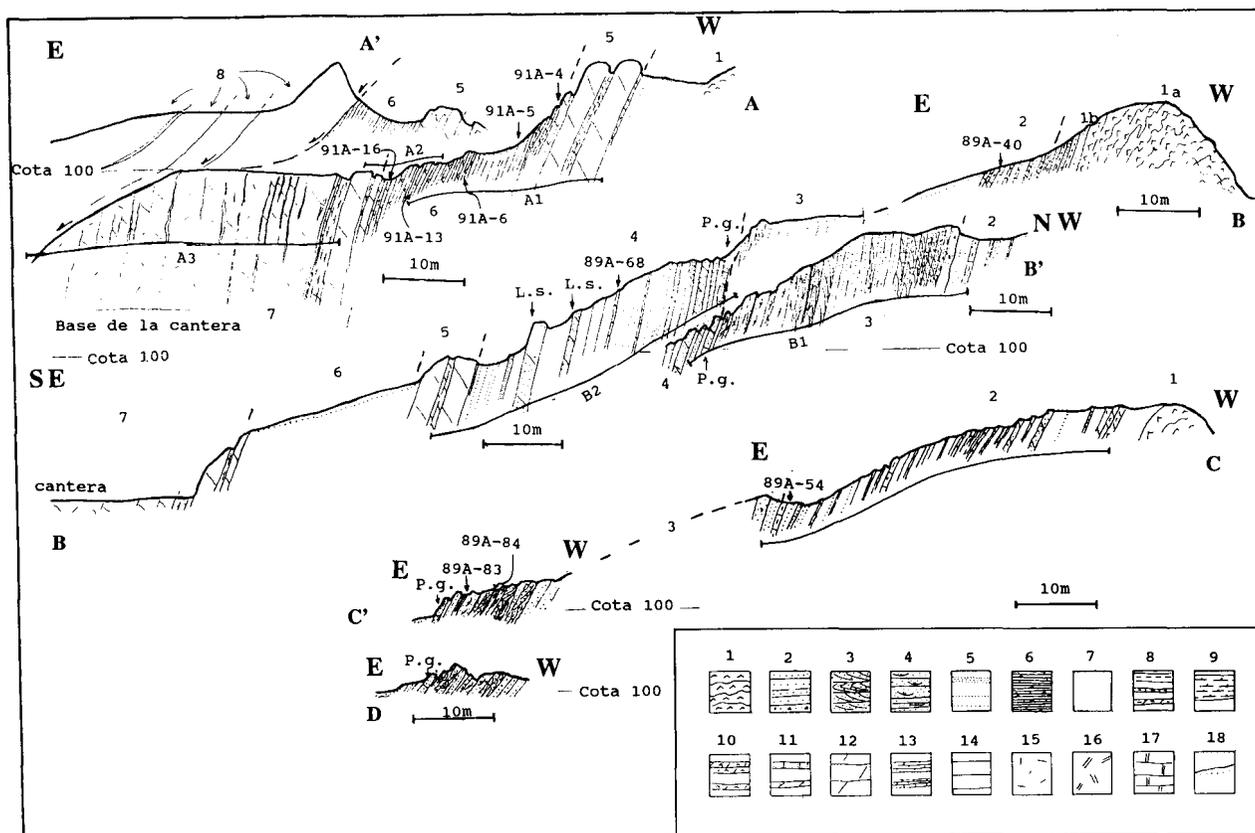


Fig. 4.—Cortes geológicos levantados en la cantera sur del afloramiento de Los Pastores y posición de las columnas estratigráficas de detalle A1, A2, A3, B1, B2, C, C' y D, representadas en las figuras 8, 9, 10 y 13. Situación en figura 3. Los números sobre los cortes corresponden a las unidades litoestratigráficas triásicas 1 a 7 descritas en el texto (8: materiales postríasicos indiferenciados). P. g.: nivel de *Pseudocorbula gregaria* L.s.: Nivel de *Lyriomyophoria sublaevis*. Las muestras situadas en los cortes son las que han suministrado las asociaciones de polen mencionadas en el texto. Leyenda: 1: Yesos. 2: Areniscas en general. 3: Areniscas de grano medio a grueso, con estratificación cruzada predominantemente planar, a veces deformada. 4: Areniscas de grano medio a fino, con laminación cruzada. 5: Intercalaciones de areniscas en bancos delgados entre arcillas. 6: Pelitas calcáreas oscuras con yeso esporádico. 7: Arcillas y limos coloreados, rojos y verdes por lo general. 8: Margas, calizas margosas, dolomías margosas. 9: Margocalizas y margas dolomíticas verdes. 10: Dolomías con yeso. 11: Calizas y dolomías arenosas. 12: Dolomías en bancos. 13: Dolomías tableadas, calizas tableadas. 14: Plaquetas calcáreas o dolomíticas entre pelitas. 15: Dolomías masivas. 16: Calizas masivas blancas. 17: Calizas blancas estratificadas. 18: Zonas cubiertas de derrubios.

Fig. 4.—Geological cross-sections from the southern quarry of the Los Pastores outcrop, and location of detailed stratigraphic columns A1, A2, A3, B1, B2, C, C' and D, represented in Figures 8, 9, 10 and 13. Situation in Figure 3. Numbers in cross-sections correspond to 1 to 7 triassic lithostratigraphic units described in the text (8: Undifferentiated postriasic materials). P. g.: *Pseudocorbula gregaria* bed L.s.: *Lyriomyophoria sublaevis* bed. Samples situated in cross-sections are those palynologically productive mentioned in the text. Key: 1: Gypsum. 2: Sandstones in general. 3: Medium - to coarse-grained sandstones, with predominantly planar cross-stratification. 4: Cross-laminated, medium- to fine-grained sandstones. 5: Thin-bedded sandstone intercalations between clays. 6: Dark calcareous pelites, sporadically with gypsum. 7: Coloured (generally red and green) clays and silts. 8: Marls, marly limestones, marly dolostones. 9: Green, dolomitic marlstones and marls. 10: Dolostones with gypsum. 11: Sandy limestones and dolostones. 12: Thick stratified dolostones. 13: Platy dolostones, platy limestones. 14: Calcareous or dolomitic plates between pelites. 15: Massive dolostones. 16: White massive limestones. 17: Stratified white limestones. 18: Covered zones.

distintas: se trata de pelitas algo carbonatadas, grises a negras en corte fresco, amarillentas por alteración, con algunas intercalaciones calizo-dolomíticas delgadas.

Unidad 3: areniscas

Sobre el conjunto que acabamos de describir reposa un paquete de areniscas de 27 m de espesor máximo en el corte del talud occidental de la cantera S. En la pequeña cantera más occidental del afloramiento este paquete es más delgado, apenas sobrepasa la decena de metros, y tiende a adelgazarse hacia el oeste, habiéndose

observado un corte en el que apenas llegan a alcanzar 5 m (fig. 5, corte G). Estas areniscas, por su mayor resistencia a la erosión, constituyen un nivel guía a lo largo de todo el afloramiento de Los Pastores. Son de colores anaranjado-amarillentos a gris-verdosos en corte fresco, de tamaño de grano medio a fino y contienen niveles o fragmentos carbonosos, localmente abundantes. Están estratificadas en bancos gruesos de espesor métrico o mayor, que alternan con otros de espesor decimétrico formando secuencias grano y estratodecrecientes que, asimismo, son de energía decreciente a juzgar por la sucesión de estructuras sedimentarias que contienen (fig. 4, cortes B', C' y D; fig. 9):

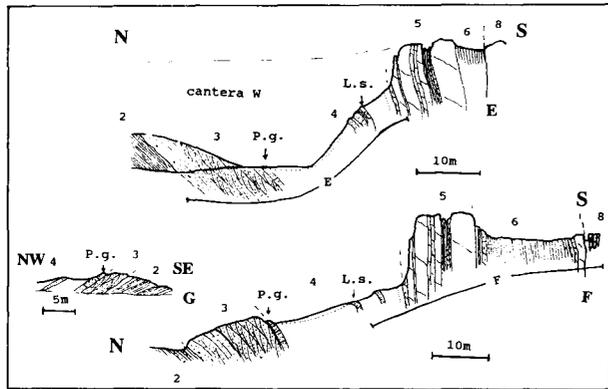


Fig. 5.—Cortes geológicos levantados en la cantera oeste del afloramiento de Los Pastores y posición de las columnas E (fig. 11) y F (fig. 12). Situación en la figura 3, leyenda en la figura 4.

Fig. 5.—Geological cross-sections from the western quarry of the Los Pastores outcrop and location of columns E (Fig. 11) and F (Fig. 12). Situation in Figure 3, key as in Figure 4.

- La base de los bancos presenta estratificación cruzada tabular o, más raramente en artesa, en sets métricos a cuya base abundan los trozos de carbón y de madera carbonizada, así como las pátinas de azufre.
- Hacia arriba el tamaño de los sets de estratificación cruzada

se hace menor, usualmente entre 20 y 30 cm, y es frecuente que aparezcan estratos con estructura masiva o laminación paralela. El tamaño de grano de las areniscas puede ser comparable al de los niveles infrayacentes, pero los trozos de carbón suelen ser de tamaño mucho menor y forman lechos entre láminas sucesivas. En estos niveles se han observado estratificaciones cruzadas plegadas, probablemente por el efecto de cizalla debido a la acción de la corriente sobre el fondo (fig. 4, corte B').

— Las partes superiores de las secuencias difieren netamente de las inferiores, tanto en el tamaño de grano, que disminuye considerablemente a arena fina o limo, como en el color, más oscuro debido al mayor contenido pelítico, o en las estructuras sedimentarias, dominadas por la laminación cruzada de *ripples*. Este tipo de facies aparece especialmente desarrollado en la parte alta del paquete de areniscas (fig. 4, cortes C' y D; fig. 9).

Las medidas de paleocorrientes efectuadas a partir de las láminas y estratos cruzados indican procedencias desde el NW para el tercio inferior del paquete, mientras que hacia arriba las corrientes dirigidas hacia el E se hacen dominantes (fig. 9).

Unidad 4: conjunto pelito-arenoso-carbonatado superior

Esta unidad está formada por una sucesión predominantemente arcillosa de colores abigarrados, rojos y verdes, a veces grises oscuros a negros, que intercala estratos de espesor variable (centi a decimétrico) de areniscas de grano fino, predominantemente rojas, y paquetes decimétricos a métricos de calizo-dolomías finamente arenosas o margosas. Su espesor total es de 27 m en el corte medido en la cantera S (fig. 4, corte B; fig. 10).

La sucesión se inicia con un nivel muy característico, que se puede seguir a lo largo de todo el afloramiento: se trata de un banco

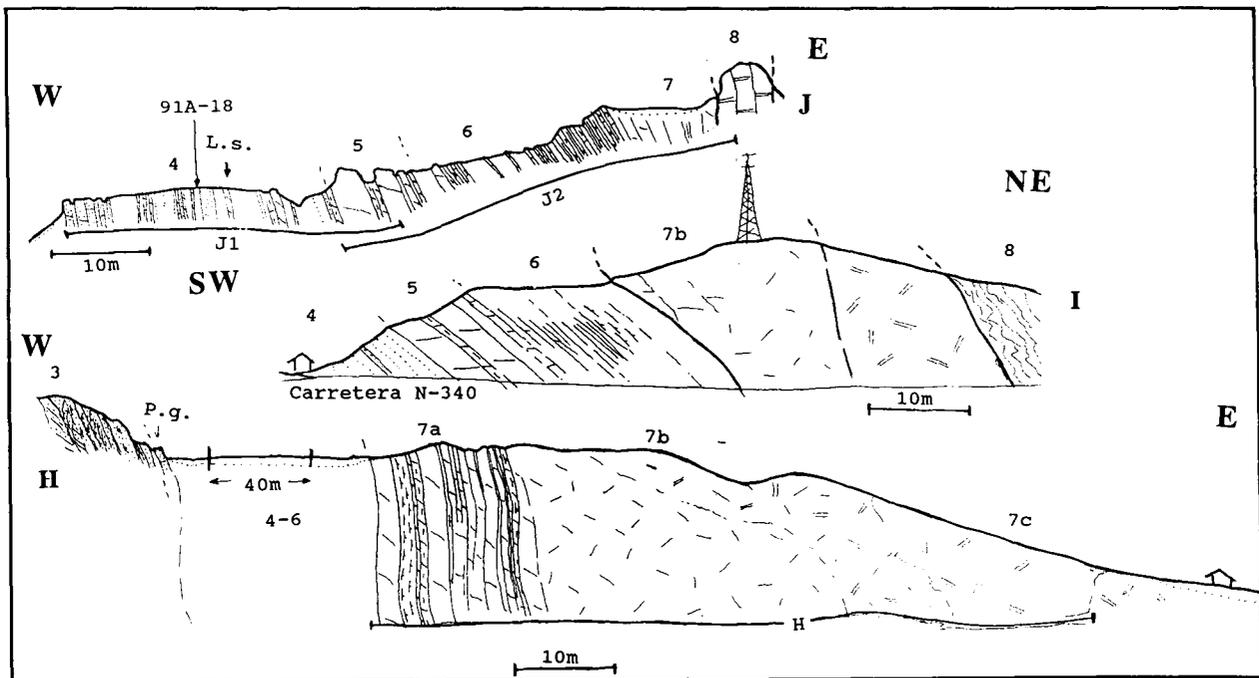


Fig. 6.—Cortes geológicos levantados en el talud septentrional de la cantera sur (H), a lo largo de la carretera N-342 (I) y en la parte meridional de la cantera N del afloramiento de Los Pastores (J), y posición de las columnas J1 (fig. 10), J2 (fig. 11) y H (fig. 13). Situación en la figura 3, leyenda en la figura 4.

Fig. 6.—Geological cross-sections from the northern talus of the southern quarry (H), along the N-342 road (I), and from the southern part of the northern quarry of the Los Pastores outcrop (J), and location of columns J1 (Fig. 10), J2 (Fig. 11) and H (Fig. 13). Situation in Figure 3, key as in Figure 4.

calcáreo-dolomítico algo arenoso, de un metro de espesor y color parduzco, cuyo techo constituye un nivel de acumulación de pequeños bivalvos (*Pseudocorbula gregaria*: P. g. en figs. 4 y 5). Coincidiendo con dicho nivel, en el cual se puede observar localmente grietas de desecación, se produce el reemplazamiento brusco de las características areniscas amarillas infrayacentes por una sucesión predominantemente arcillosa de colores rojos, con intercalaciones de limos y areniscas de grano fino y pasadas carbonatadas (fig. 4, cortes B, C', D; figs. 5, 9 y 10).

Las intercalaciones de areniscas son más abundantes y de ma-

yor espesor (varios decímetros) en la parte inferior de este conjunto. Suelen presentar una base en tránsito gradual con las pelitas infrayacentes y su estructura interna está constituida por laminación cruzada de *ripples* (fig. 10). Las intercalaciones más finas, de espesor decimétrico, muestran bases netas, estructura interna de laminación cruzada o paralela de baja energía y, con cierta frecuencia, se pueden observar los *ripples* a techo de los estratos. También se han observado delgados niveles de lentes de areniscas entre pelitas, con estructura *flaser*, estructuras de bioturbación —a veces de gran tamaño como sucede en el extremo N del aflora-

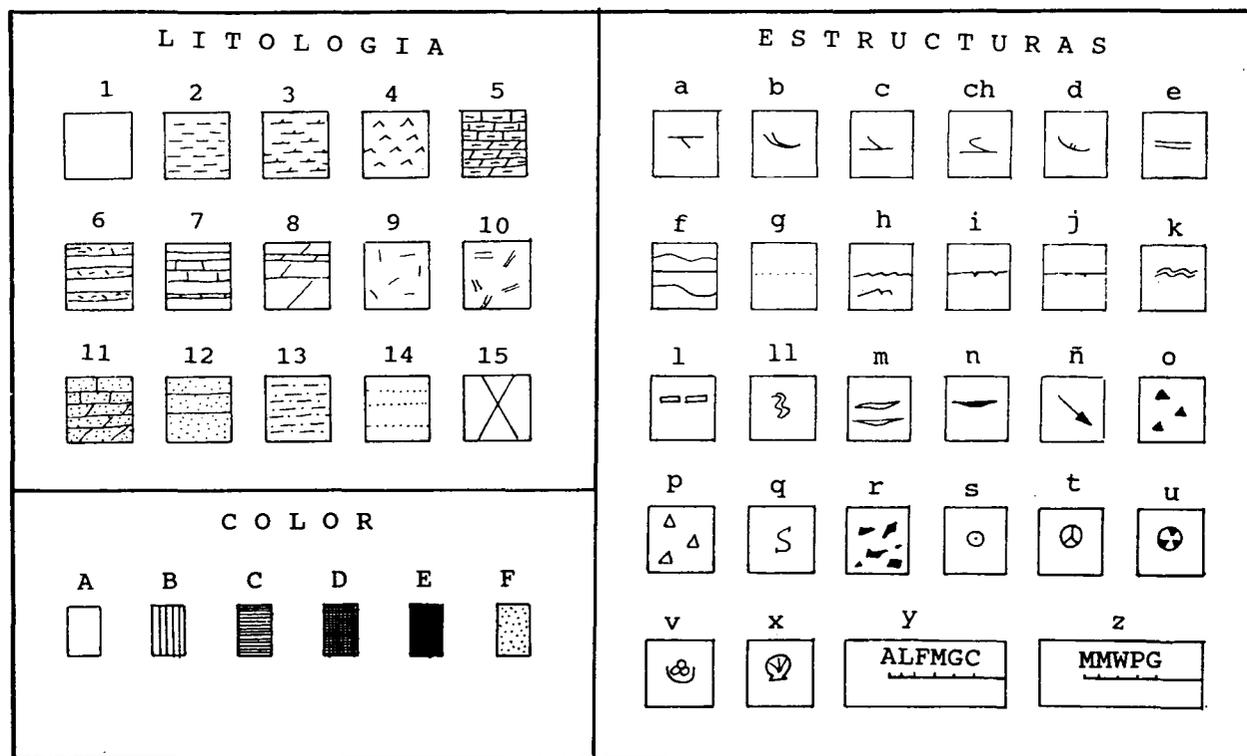


Fig. 7.—Leyenda de las columnas estratigráficas representadas en las figuras 8 a 13. LITOLOGIA: 1: Pelitas en general. 2: Margas. 3: Margas dolomíticas. 4: Yesos. 5: Calizas y dolomías margosas. 6: Carniolas. 7: Calizas en plaquetas, estratificadas y tableadas. 8: Dolomías estratificadas y en bancos. 9: Dolomías masivas. 10: Calizas masivas. 11: Calizas y dolomías arenosas. 12: Areniscas en bancos. 13: Areniscas limosas y arcillosas. 14: Intercalaciones centimétricas de areniscas. 15: Zonas cubiertas. COLOR: A: colores claros, blanco, gris claro o verde claro. B: Verde. C: Gris. D: Amarillo. E: Negro. F: Rojo. ESTRUCTURAS: a: Estratificación cruzada planar. b: Estratificación cruzada en artesa. c: *Ripples* de corriente. ch: Estratificación cruzada deformada. d: Laminación cruzada. e: Laminación paralela. f: Superficie de estratificación neta, irregular, planar o canalizada. g: Contacto difuso. h: Superficie de estratificación con *ripples*. i: Grietas de desecación. j: Superficie edafizada. k: Laminación de origen algal. l: Estructuras de desecación (tepees y brechas de cantos planos). ll: Bioturbación. m: Estratificación lenticular (lentes de areniscas o carbonatos entre pelitas). n: Lentes de arcillas entre areniscas (*flaser*). ñ: Paleocorriente. o: Moldes de evaporitas. p: Porosidad fenestral. q: Pátinas de azufre. r: Carbón. s: Oolitos. t: Polen. u: Algas dasycladáceas. v: Foraminíferos bentónicos (Involutinidos preferentemente). x: Bivalvos. y: Escala de tamaños de grano (A: arcilla; L: limo; F: arena fina; M: arena media; G: arena gruesa; C: conglomerado). z: Clasificación textural de carbonatos (M: margas y margocalizas; M: *mudstone*; W: *wackestone*; P: *packstone*; G: *grainstone*).

Fig. 7.—Key for the stratigraphic columns represented in Figures 8 to 13. LITHOLOGY: 1: Pelites in general. 2: Marls. 3: Dolomitic marls. 4: Gypsum. 5: Marly limestones and dolostones. 6: *Rauhwackes*. 7: Platy and well stratified limestones. 8: Thick- to thin-bedded dolostones. 9: Massive dolostones. 10: Masive limestones. 11: Sandy limestones and dolostones. 12: Thick-bedded sandstones. 13: Clayey and silty sandstones. 14: Centimetric intercalations of sandstones. 15: Covered zones. COLOUR: A: Light colours, white, grey or green. B: Green. C: Grey. D: Yellow. E: Black. F: Red. STRUCTURES: a: Planar cross bedding. b: Trough cross-bedding. c: Current ripples. ch: Deformed cross bedding. d: Cross lamination. e: Planar lamination. f: Sharp, irregular, planar or channeled surface. g: Diffuse contact. h: Rippled stratification surface. i: Mud cracks. j: Pedogenetic surface. k: Algal lamination. l: Dessiccation structures (tepees and flat-pebble breccias). ll: Burrowing. m: Lenticular bedding (sandstone or limestone lenses between pelites). n: *Flaser* bedding (clay lenses between sandstones). ñ: Paleocurrent. o: Evaporite moulds. p: Fenestral porosity. q: Sulphur patinas. r: Carbon. s: Oolites. t: Pollen. u: Dasycladacean algae. v: Benthic foraminifera (preferently Involutinids). x: Bivalves. y: Grain size scale (A: clay L: silt; F: fine sandstone; M: medium sandstone; G: coarse sandstone; C: conglomerate). z: Textural classification of carbonates (M: marl and marlstone; M: *mudstone*; W: *wackestone*; P: *packstone*; G: *grainstone*).

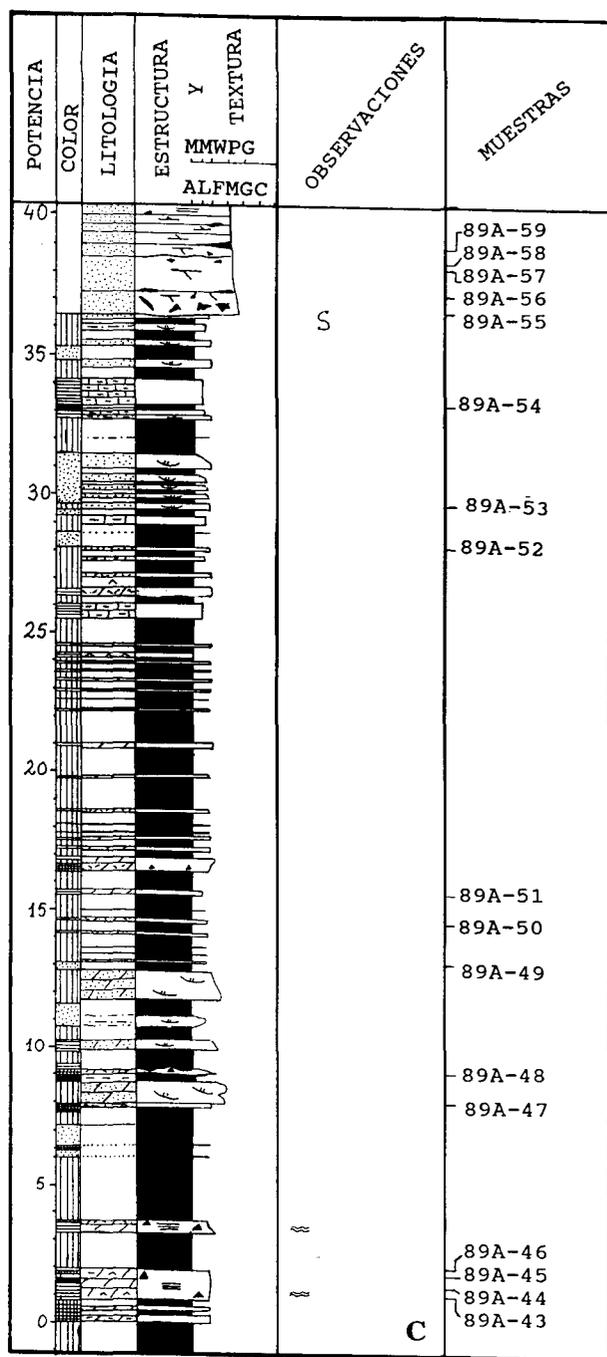


Fig. 8.—Columna estratigráfica de detalle de la unidad 2. Situación en figura 4, leyenda en figura 7.

Fig. 8.—Detailed stratigraphic column of the unit 2. Location in figure 4, key in Figure 7.

miento— tanto dentro de las pelitas como en la base de los niveles areniscosos, y niveles arcillosos con grietas de desecación.

Las intercalaciones carbonatadas más delgadas tienen entre 5 y 30 cm de espesor, y son de litología margosocalcárea y de color

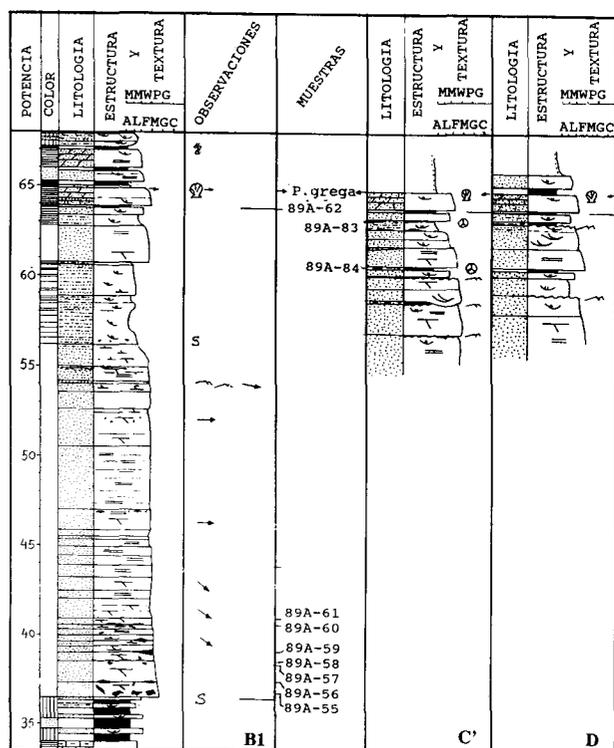


Fig. 9.—Columnas estratigráficas de detalle de la unidad 3. Situación en figura 4, leyenda en la figura 7.

Fig. 9.—Detailed stratigraphic columns of the unit 3. Location in Figure 4, key in Figure 7.

amarillento. Las más gruesas, de espesor métrico, son calizas grises o negras finamente detríticas, bastante recristalizadas y dolomitizadas, con textura oolítica (fig. 10). Los oolitos presentan a veces una intensa deformación y disolución parcial con estilolitización, lo que dificulta su reconocimiento. Los estratos muestran secuencias de estructuras formadas por laminación paralela en la base y laminación cruzada a techo. Las partes altas de los dos bancos carbonatados superiores del corte del talud occidental de la cantera S, que son sucesivamente más gruesos (fig. 4, corte B; fig. 10), son niveles con registro fósil de bivalvos: el superior y más potente (1,5 m) ha proporcionado una variada asociación constituida por: *Lyriomyophoria sublaevis*, *L. cf. elegans*, *Enantiostreon*, *cf. flabellum*, *Gervilleia joleaudi* y *G. subcostata*. Estos dos bancos carbonatados ponen de manifiesto el inicio del tránsito a la unidad inmediatamente superior. Niveles carbonatados equivalentes, con una fauna de *L. sublaevis*, se reconocen en otros cortes del afloramiento de Los Pastores en la cantera occidental y al N de la carretera N-340, pero en posiciones estratigráficas ligeramente diferentes en la sucesión y con distinto espesor (figs. 5, 6 y 12). Ello parece indicar que estos niveles carbonatados se adelgazan lateralmente hasta desaparecer, al tiempo que son relevados por otros.

Unidad 5: dolomías con niveles margosas

Esta unidad, de una decena de metros de espesor, se reconoce en las canteras situadas a ambos lados de la carretera N-340, donde ha sido activamente explotada, y también en la cantera más occidental del afloramiento de Los Pastores (fig. 4, cortes A', A y b; fig. 5, cortes E y F; fig. 6, cortes I y J). Está formada por va-

rias secuencias de dolomías y calizodolomías que alternan con niveles margosos, también dolomitizados. La secuencia inferior es la más potente (fig. 11); su contacto con los niveles arcillosos coloreados infrayacentes es rápido, pero gradual en todos los casos, y se efectúa mediante unos decímetros de margas dolomíticas que dan paso a un banco de tres a cuatro metros de espesor según los puntos, cuyos niveles basales están localmente constituidos por unas calizas grises a negras finamente dolomitizadas que, rápidamente, pasan a dolomías cristalinas de colores más claros. Normalmente una intercalación margosa de un metro de espesor separa a este banco de otro suprayacente de características análogas, pero esta intercalación en algunos puntos puede desaparecer, de forma que las dos secuencias inferiores aparecen soldadas en un único paquete de dolomías. En los cortes levantados (figs. 11 y 12) se reconoce, dentro de cada secuencia y de abajo arriba, la siguiente sucesión de microfacies: a) micritas finamente arenosas con cantos planos, en los niveles margosos de la base, presentes localmente a la base de la secuencia inferior; b) facies calcareníticas de grano medio, oolítico-biolásticas, muy recristalizadas y dolomitizadas, con fantasmas de Involutinidos; c) a techo de los bancos dolomíticos, facies finamente calcareníticas oolíticas-peletoidales; d) por último, las intercalaciones margosas, que incluyen asimismo niveles delgados de dolomías. En la pequeña cantera occidental el banco dolomítico de la segunda secuencia (fig. 11) muestra facies de loferitas en su parte inferior, y facies de sedimentos laminados por algas con abundantes estructuras de desecación (*tepees* y brechas de cantos planos) en su parte superior.

Sobre las dos secuencias inferiores aparecen otras dos o tres secuencias también formadas por dolomías y pelitas de colores grises y verdes oscuros, en las que los intervalos pelíticos ganan progresivamente espesor a expensas de las dolomías. A través de dichas secuencias se pasa gradualmente a los términos suprayacentes. Los bancos dolomíticos, al igual que los dos más potentes in-

frayacentes, muestran secuencias de somerización, con texturas muy recristalizadas originalmente calcareníticas y con fantasmas de Involutinidos en su mitad inferior, y laminadas en su mitad superior. Las pelitas son de características análogas a las que aparecen en los niveles estratigráficamente suprayacentes y que a continuación describiremos.

Unidad 6: pelitas negras y dolomías tableadas con yeso

Esta unidad, de una quincena de metros de espesor, es visible en la corta actual de la cantera S, donde sus materiales están siendo activamente explotados (fig. 4, cortes A y A'; fig. 11). En la cantera N (fig. 6, cortes I y J; fig. 11), a causa del abandono temporal de las explotaciones y de la complejidad tectónica local, las condiciones de exposición son algo peores, al igual que en la cantera existente en el extremo occidental del afloramiento de Los Pastores (fig. 5, cortes E y F; figs. 11 y 12).

En el tercio inferior de la sucesión, las pelitas son de colores grises muy oscuros a negros e intercalan niveles dolomíticos delgados, de espesor decimétrico a métrico, que hacia arriba se hacen cada vez más abundantes. Estos niveles dolomíticos están predominantemente constituidos por facies de sedimentos laminados por algas, con desarrollo de porosidad fenestral, niveles calcareníticos peletoidales y moldes de evaporitas, frecuentemente con textura esferulítica. Por su parte, las pelitas se hacen algo más calcáreas

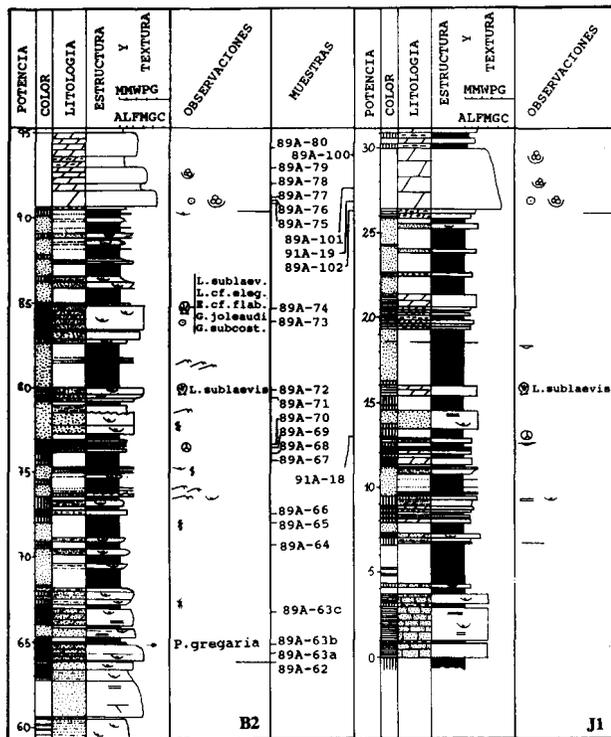


Fig. 10.—Columnas estratigráficas de detalle de la unidad 4. Situación en figuras 4 (B2) y (J1), leyenda de la figura 7.

Fig. 10.—Detailed stratigraphic columns of the unit 4 Location in Figures 4 (B2) and 6 (J1), key in Figure 7.

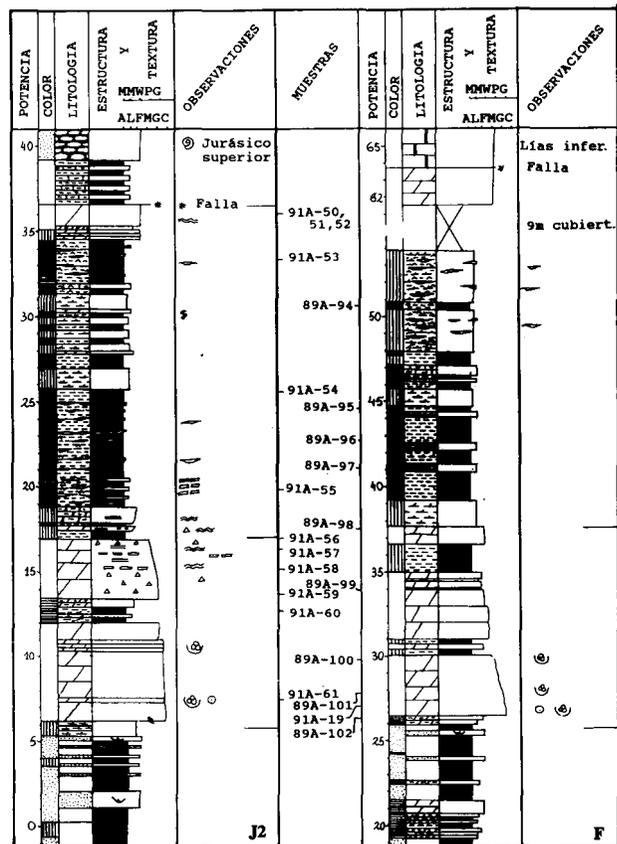


Fig. 11.—Columnas estratigráficas de detalle levantadas en los materiales de las unidades 5 y 6. Situación en figuras 5 (F) y 6 (J2), leyenda en la figura 7.

Fig. 11.—Detailed stratigraphic columns of the unit 5 and 6. The column F corresponds to the section F in Figure 5. Location in Figures 5 (F) and 6 (J2), key in Figure 7.

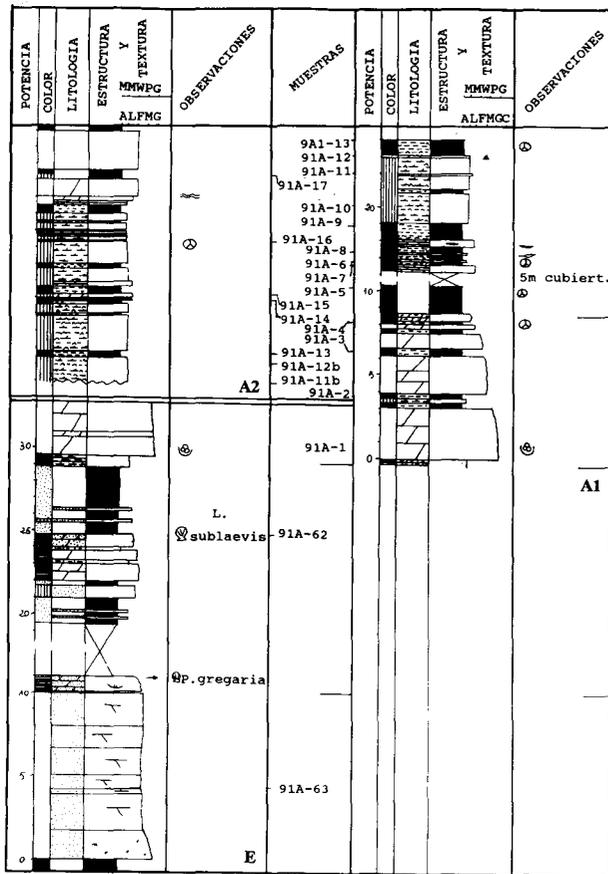


Fig. 12.—Columnas estratigráficas de detalle de las unidades 5, 6 y tránsito al 7. Situación en figuras 4 (A1 y A2) y 5 (E), leyenda en la figura 7.

Fig. 12.—Detailed stratigraphic columns of the units 5, 6 and transition towards 7. Location in Figures 4 (A1 and A2) and 5 (E), key in Figure 7.

hacia el techo y aparecen íntimamente relacionadas con niveles centimétricos a decimétricos de dolomías laminadas arcillosas o finamente arenosas. Como consecuencia de ello, las rocas adquieren colores grises verdosos, si bien las pasadas pelíticas negras siempre están presentes en lechos delgados. En estos casos es muy frecuente la presencia del yeso, con texturas cristalinas palmeadas de orientación diversa que, a veces, cortan y deforman a la laminación reconocible en el interior de los sedimentos encajantes. Este hecho parece indicar que el yeso precipitó fundamentalmente en el interior del sedimento, antes de su consolidación, más que el contacto agua-sedimento. Asimismo, es común en estos niveles la presencia de yeso fibroso rellenando fracturas secundarias de claro origen tectónico, tanto en los lechos dolomíticos como en los pelíticos. La parte superior de esta unidad muestra características muy parecidas a las de su parte inferior, pero a la inversa: aparecen de forma gradual y progresiva dolomías muy recristalizadas, en estratos progresivamente más gruesos hacia arriba e intercaladas entre niveles de arcillas y margas dolomíticas verdes, que se reconocen especialmente bien en la cantera sur, y a través de los cuales se pasa de forma gradual y progresiva a la unidad suprayacente (fig. 4, corte A; fig. 12).

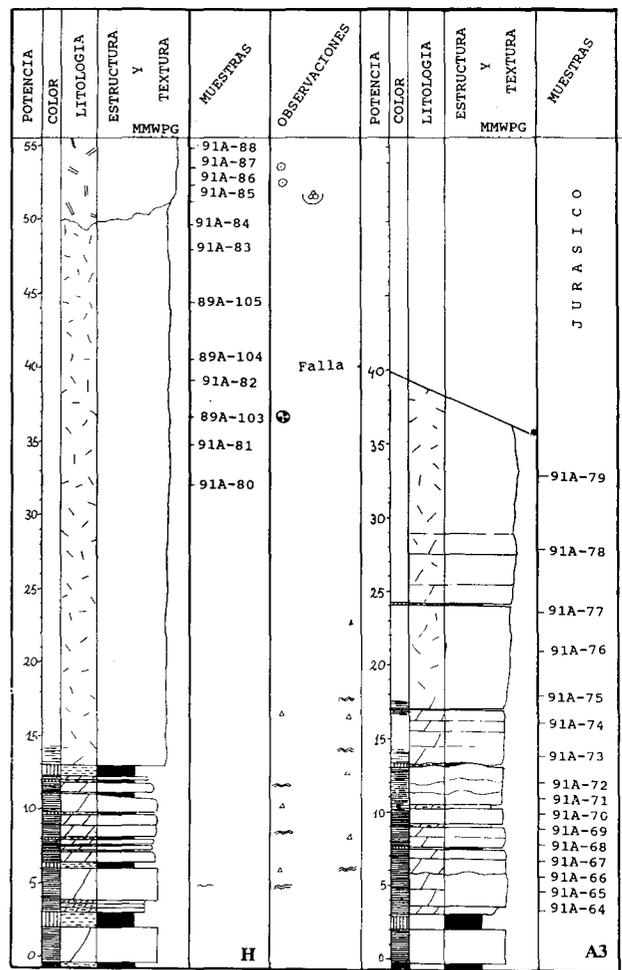


Fig. 13.—Columnas estratigráficas de la unidad 7. Se corresponden con los cortes de los taludes septentrional y meridional de la cantera sur. Situación en las figuras 4 (A3) y 6 (H), leyenda en la figura 7.

Fig. 13.—Stratigraphic columns of the unit 7. They correspond to the sections of the northern and southern talus of the southern quarry. Location in Figures 4 (A3) and 6 (H), key in Figure 7.

Unidad 7: dolomías grises y blancas

Con esta unidad, cuyo espesor total es del orden de 50 m, termina la sucesión triásica de Los Pastores. En su mayor parte ha sido eliminada por las extracciones efectuadas en la cantera S, donde actualmente es posible reconocerla sólo en los taludes meridional (corta actual: corte A de la fig. 4) y septentrional, justo por debajo de la carretera N-340 (corte H de la fig. 6). En la cantera N este conjunto ha sido mayoritariamente laminado por causas tectónicas, dado que las arcillas verdes que marcan su base estratigráfica se encuentran en contacto mecánico con las formaciones jurásicas suprayacentes (fig. 6, corte J).

En la cantera S esta unidad aparece formando una sucesión vertical, bien estratificada en su parte inferior, y notablemente más masiva estratigráficamente hacia arriba. Los primeros 15 m están constituidos por bancos dolomíticos grises de espesor métrico separados por niveles decimétricos de arcillas verdes (fig. 13). Las

dolomías de estos niveles inferiores son de colores grises, se encuentran bastante brechificadas y sus texturas originales son irreconocibles en la mayor parte de los puntos. Sin embargo, en las cortas más recientes, se han podido reconocer secuencias de somerización formadas de abajo arriba por facies calcareníticas, loferitas y sedimentos laminados por algas que terminan con delgados lechos margosos verdes (fig. 10).

Hacia arriba las dolomías no presentan estratificación visible ni intercalaciones margosas. Se encuentran muy brechificadas y recristalizadas en la mayor parte de los puntos, por lo que no se reconocen las facies originales. No obstante, una muestra (89A-103) recogida en la base del terciario superior de las dolomías, cerca ya de las calizas blancas suprayacentes (fig. 13), ha suministrado una microfacies muy recristalizada, pero característica de una acumulación biostrómicá o bioclástica de algas dasycladáceas. Estas rocas, por lo tanto, se depositaron en condiciones francamente marinas dentro de una plataforma carbonatada somera.

El contacto superior de esta unidad no es claramente visible en ningún punto. Tan sólo en el talud septentrional de la cantera sur (corte H de la fig. 6; fig. 13) se puede reconocer un paso gradual —por disminución progresiva de la intensidad de la dolomitización— a un conjunto suprayacente de calizas grisáceas y blancas,

que afloran ampliamente en la cantera N. Las calizas presentan variadas microfacies, predominantemente calcareníticas bioclásticas y oolítico-oncolíticas, con foraminíferos bentónicos y algas abundantes. Son facies típicas de las plataformas liásicas de las regiones alpinas mediterráneas.

Interpretación sedimentaria

Facies y fósiles presentes en la serie de Los Pastores ponen de manifiesto que el depósito de sus materiales tuvo lugar preferentemente en ambientes costeros, marinos muy someros e incluso temporalmente continentales.

Unidad 1: yesos caóticos y areniscas inferiores

No es posible, debido al grado de deformación tectónica, conocer las condiciones de depósito de los yesos caóticos con los que se inicia la serie de Los Pastores. La litología y la posición estratigráfica sugieren un ambiente de depósito en una zona costera con fuerte evaporización, lo que permitiría el depósito de los yesos, probablemente en ambientes de tipo *sabkha* o salina costera, pero no se han preservado texturas ni estructuras sedimentarias que permitan confirmar esta hipótesis, con la excepción de laminaciones negras entre los yesos, que pueden ser consideradas como de origen algal. La aparición de areniscas al final del depósito de los yesos sugiere la reactivación de la erosión en las zonas continentales adyacentes.

Unidad 2: conjunto peltico-arenicoso-carbonatado inferior

Este conjunto está constituido por asociaciones de facies propias de un ambiente perimareal mixto terrígeno-carbonatado. La sedimentación arcillosa posiblemente tuvo lugar en una llanura lutítica costera de inter a supramareal, que recibía aportes esporádicos de aguas marinas, cuya evaporación permitía el depósito de pequeñas cantidades de yeso entre los sedimentos arcillosos (Thompson, 1975). Las intercalaciones margosocaláreas y dolomíticas micríticas serían asimismo testigos de la inundación esporádica de la llanura lutítica por las aguas marinas y del depósito de fangos carbonatados bajo una delgada lámina de agua, en condiciones muy tranquilas. Otras intercalaciones dolomíticas muestran facies propias de una llanura algal, posiblemente desarrollada en una zona intermareal, a juzgar por la existencia de mallas de algas con estructuras de desecación y moldes de evaporitas. Una posición comparable se puede proponer para los niveles de carnioles, en los que probablemente fue mayor la aportación evaporítica, la brechificación por desecación y la disolución subsecuente a la exposición subaérea. Los niveles dolomíticos arenosos con laminación cruzada evidencian un retrabajamiento de los sedimentos carbonatados de aguas marinas muy someras junto con los terrígenos finos aportados desde el continente, posiblemente por la acción del oleaje o de corrientes esporádicas de baja energía.

Unidad 3: areniscas

La implantación del paquete de areniscas tuvo lugar de una manera brusca sobre las facies costeras infrayacentes. La abundancia de carbón y restos vegetales en las areniscas, así como su organización en secuencias grano y estratodecrecientes, con estructuras sedimentarias que indican asimismo una energía decreciente hacia techo, sugieren que el depósito de estos materiales se produjo en ambientes fluviales muy distales que invadieron por progradación la llanura lutítica costera preexistente, probablemente por procesos de relleno de canales. La ausencia de cicatrices erosivas, el fondo plano y neto de las secuencias y el adelgazamiento lateral del paquete de areniscas, así como la presencia de fragmentos de carbón en los niveles inferiores evidencian que el sistema debía tener una escasa capacidad de excavación: el depósito probablemente

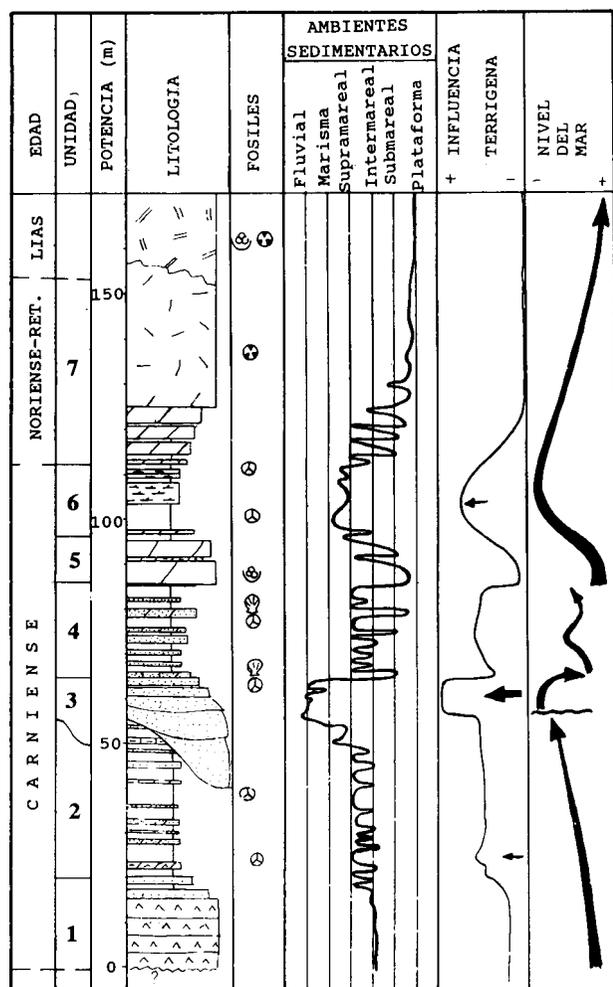


Fig. 14.—Serie estratigráfica sintética del Trías de Los Pastores y evolución sedimentaria general.

Fig. 14.—Synthetic stratigraphic column of the Los Pastores Trias and general sedimentary evolution.

tuvo lugar en un extenso cauce cuyo fondo era modelado en *megaripples* de crestas rectas, muy continuos lateralmente. La velocidad del flujo no debía ser muy elevada y tampoco debía variar notablemente en sentido lateral ni a lo largo del tiempo, a juzgar por el tamaño del grano medio de las areniscas y el estilo y uniformidad de las estructuras sedimentarias y secuencias de estructuras. La simplicidad de las secuencias de estructuras y la persistencia de las direcciones del paleocorrientes indican que el sistema era de baja sinuosidad. Las oscilaciones en el flujo que indican la sucesión vertical de las estructuras, posiblemente estuvieron relacionadas con procesos de migración lateral y variaciones en la carga de sedimentos (cf. Fernández, 1977, y Fernández y Dabrio, 1985).

Los últimos metros de este conjunto están constituidos por areniscas de grano medio a fino, con estratificación cruzada tabular y en artesas en sets decimétricos, que hacia arriba pasan a areniscas de grano fino a muy fino y limos grises, con laminación cruzada y *climbing ripples*; las secuencias terminan con niveles decimétricos de arcillas limosas grises. Estos sedimentos se debieron depositar en relación con procesos de avulsión que determinaron el abandono definitivo del canal donde se depositaron las areniscas.

Unidad 4: conjunto pelítico-arenoso-carbonatado superior

Las características de las facies presentes en el conjunto pelítico-arcilloso-carbonatado superior son bastante parecidas a las del situado por debajo del paquete de areniscas. Por otra parte, la evolución vertical de la serie es inversa a la que se reconoce en el conjunto inferior: las intercalaciones areniscosas son más frecuentes en la parte inferior de la sucesión, y las carbonatadas en la parte superior. Estos datos ponen de manifiesto la reimplantación de los ambientes de llanura costera sobre las facies fluviales infrayacentes. En este caso, sin embargo, las influencias marinas parecen dejarse sentir de una forma algo más acentuada desde el mismo inicio del depósito de este conjunto litológico, a juzgar por la aparición brusca del nivel carbonatado cuyo techo constituye un nivel de acumulación de bivalvos (*Pseudocorbula gregaria*). En este contexto sedimentario los depósitos arcillosos rojos pueden interpretarse como facies depositadas en una llanura lutítica supramareal bien oxigenada. Las pasadas arcillosas de color verde o gris podrían ser depósitos originados bajo una delgada lámina de agua, lo que favorecería la reducción de los óxidos de hierro unos centímetros por debajo de la superficie y, más localmente, la preservación de la materia orgánica y del polen. Las intercalaciones areniscoso-limosas decimétricas con laminación cruzada se pueden interpretar como depósitos de llanura mareal arenosa (*sand flat*), en la zona intermareal inferior (Thompson, 1975; Weimer *et al.*, 1982).

Unidades 5 y 6: calizo-dolomías y pelitas negras

Las asociaciones de facies reconocidas dentro de los conjuntos de calizo-dolomías y pelitas oscuras alternantes, revelan que las condiciones de depósito oscilaron entre marinas someras y perimareales. Las intercalaciones carbonatadas más gruesas del conjunto inferior, que principalmente muestran facies calcareníticas oolítico-biolásticas con fauna de involutínidos, se depositaron en condiciones francamente marinas y en aguas relativamente agitadas, probablemente en ambientes de plataforma interna (Fabricius, 1967; Martín-Algarra, 1987; Sartorio y Venturini, 1988). Estas facies eran reemplazadas hacia arriba por otras más someras y de aguas más tranquilas, características de ambientes mareales, dominadas por sedimentos laminados por algas y depósitos asociados (Shinn, 1983). Las pelitas negras y grises se pueden interpretar como los depósitos supramareales, en este caso de naturaleza terrígena, con los que terminaban las secuencias. Estos sedimentos probablemente se depositaron en charcas dentro de la zona supramareal, bajo una delgada pero relativamente persistente lámina de agua, y en condiciones reductoras. Estas charcas recibían aportes esporádicos de aguas marinas y, temporalmente, sobre

todo hacia los términos más altos de la sucesión, se convertían en ambientes hipersalinos en los que se depositaban las facies pelítico-carbonatadas con yeso disperso. Estos depósitos mixtos terrígenos-carbonatados, de carácter perimareal, hacia arriba en la serie fueron de nuevo gradual y progresivamente reemplazados por depósitos carbonatados de carácter más marino, análogos a los reconocidos en sus niveles basales.

Unidad 7: dolomías claras

Por último, aunque no se reconocen las facies originales en la mayor parte de los casos, las dolomías y calizas blancas triásico-liásicas con las que termina la serie de Los Pastores, son depósitos típicos de plataforma carbonatada somera, ampliamente reconocidos, con rasgos comparables, en los terrenos del Trías terminal y Lías inferior de las regiones alpinas mediterráneas (Azéma *et al.*, 1979; Sartorio y Venturini, 1988).

Bioestratigrafía y cronoestratigrafía

No es frecuente la existencia de series continuas y fosilíferas de materiales triásicos de Facies Germánicas en el ámbito de la Cordillera Bética. Aún lo es menos el hecho de que en una serie continua relativamente pequeña se pueda disponer a un mismo tiempo de dataciones a partir de cuatro grupos distintos de organismos fósiles a diferentes niveles estratigráficos. En efecto, la serie de Los Pastores ha suministrado asociaciones de bivalvos y de polen relativamente diversificadas en su mitad inferior, y foraminíferos bentónicos y algas en su mitad superior. Este hecho, junto con las características de las facies y la situación geológico-regional cerca del contacto entre las Zonas Internas y las Externas le confiere un interés adicional.

Bivalvos

El componente macrofósil del Triásico de Los Pastores está formado en su mayoría por bivalvos y refleja una asociación bentónica compuesta, desde el punto de vista trófico, casi enteramente por suspensívoros. Todos los ejemplares estudiados provienen de materiales carbonatados algo arenosos presentes en la unidad 4 y se registran preferentemente a techo de los bancos. Se han podido determinar:

TRIGONIACEA

Lyriomyophoria sublaevis (SCHMIDT): 74 ejemplares (muestras 89A-72, 89A-74 y 89A-88).

L. cf. elegans (DUNKER): 9 ejemplares (muestras 89A-74 y 89A-88).

Pseudocorbula gregaria (MUNSTER): 56 ejemplares (muestras 89A-87).

PECTINACEA

Enantiostreon cf. flabellum (SCHMIDT): 7 ejemplares (muestras 89A-74 y 89A-88).

PTERIIACEA

Gervillia joleaudi (SCHMIDT): 9 ejemplares (muestras 89A-74 y 89A-88).

Gervillia subcostata (GOLDFUSS): 9 ejemplares (muestras 89A-74 y 89A-88).

Tafonomía

Desde el punto de vista tafonómico, cabe anotar que el registro fósil de Los Pastores es escaso y que está constituido por individuos de pequeña talla. La mayoría de los ejemplares se conservan como restos indirectos: moldes internos que mantienen juntas ambas valvas. No se observan signos de orientación ni de acumulación que impliquen transporte. Por ello interpretamos que puede tratarse del registro de elementos acumulados, de distintas poblaciones, que reflejan asociaciones autóctonas o, al menos, paraúctonas (Fernández-López, 1984; Aigner, 1985). Los ejemplares de *P. gregaria* se concentran, como se ha señalado más arriba, en un nivel carbonatado, de alrededor de un metro de espesor, que marca el límite inferior de la unidad 4 y que constituye un nivel guía por todo el afloramiento («P.g.» de las figs. 4, 5 y 6). El resto de la fauna procede de niveles estratigráficos distintos, situados más arriba dentro de la sucesión de la unidad 4, que en los cortes geológicos de las figuras 4, 5 y 6 se han señalado como «L.s.». En la mayor parte de los casos es de destacar el marcado predominio de la especie *L. sublaevis* frente a las restantes especies de bivalvos; la mayor diversidad y cantidad de ejemplares se ha recogido en la muestra 89A-74, procedente del corte B de las figuras 4 y 10.

Paleoecología

Desde un punto de vista paleoecológico, en lo referente al tipo de adaptación al sustrato, se observa que la mayor proporción corresponde a infaunales como Trigoniacea, mayoritariamente representados por *L. sublaevis*. Les siguen en proporción los epibentónicos, siendo los endobisados Pteriacea, del tipo *Gervillia*, los más abundantes. Son escasos los epibisados de Pectinacea, como *Enantiostreon*.

Asociaciones de este tipo se consideran registros fósiles de fondos blandos («Weichbondenfaunen»). Son características tanto del Muschelkalk superior como del Keuper inferior de la Formación Lettenkohle, del Triásico Germánico, depositada en ambientes marinos muy poco profundos y/o cerrados al mar abierto, de tipo laguna costera («lagoon») (Bruner y Hagdorn, 1985).

El registro fósil estudiado muestra una diversidad específica muy baja y, en ocasiones, se trata de poblaciones monoespecíficas de individuos de pequeña talla. Ello se corresponde con la implantación de fauna en medios muy poco estables o que, por sus condiciones extremas, no permiten el establecimiento de ecosistemas maduros. Obsérvese la colonización de algunos medios por especies oportunistas (estrategas de «r») como *P. gregaria* y *L. sublaevis*. Sólo en al-

gunos niveles y de manera esporádica (fig. 4, muestra 89A-74, p. ej.) aumenta la diversidad específica, aunque sigue siendo baja. Por otro lado, el registro está constituido por individuos de tamaño pequeño, lo que se corresponde con un endemismo de faunas enanas, que también parecen indicar medios inestables paleoecológicamente.

En conjunto, se interpreta que la fauna se establece en medios altamente inestables y por cortos períodos de tiempo. Condiciones similares se han reconocido en el Muschelkalk de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Márquez-Aliaga y García-Gil, 1991).

Cronoestratigrafía

La especie *L. sublaevis*, muy abundante en los niveles que se estudian, fue creada por Schmidt (1935) a partir de material muy bien conservado, procedente de niveles ricos en contenido fósil encontrados en un sector del Prebético de la región de Novelda y Aspe (Alicante) (Márquez-Aliaga y Montoya, 1991). Concretamente, en Novelda, la aparición de *L. sublaevis* se sitúa muy próxima, pero estratigráficamente por debajo, a la de *M. kiliani* SCHMIDT —especie sinónima de *Costatoria goldfussi* ALBERTI (Márquez-Aliaga, 1985)— y dentro de un conjunto de especies cuyos rangos no serían incompatibles con una edad Ladinense superior o Carniense.

En la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica, en la zona de Riba de Santiuste, se han determinado abundantes ejemplares de *L. sublaevis* junto con *C. goldfussi* en facies de areniscas de grano muy fino, en niveles que han sido datados como del Ladinense superior-Carniense (Márquez-Aliaga y García-Gil, 1991). Estos bivalvos constituyen la referencia más occidental de bivalvos triásicos del Dominio Sefardí (Hirsch y Márquez-Aliaga, 1988), en ambientes sedimentarios relacionados con la regresión que determinó el tránsito de la barra carbonatada superior del Muschelkalk a las facies costeras de Keuper.

La mala preservación de los ejemplares asignados en este trabajo a *L. cf. elegans* no permite cerrar la determinación. Sin embargo, su conformidad con la especie *Myophoria whatelayae* BUCH, del Carniense, es muy alta. Esta especie fue considerada sinónima de *L. elegans* por Márquez-Aliaga (1985).

La especie *P. gregaria* es muy frecuente en el Muschelkalk de la C. Ibérica, en niveles de edad Ladinense superior-Carniense. En el Triásico Germánico se le atribuye un rango «Muschelkalk-Lettenkohle». Sin embargo, hemos podido observar, en la literatura paleontológica relacionada con estos niveles, que, cuando las *Pseudocorbula* se registran en niveles estratigráficos más altos, es decir, desde el «Let-

tenkhole» al «*Mittelkeuper*», las mismas formas son atribuidas a *Corbula keuperina* QUENSTEDT. Nuestros ejemplares se ajustan tanto a la descripción como a la figuración de *C. keuperina* QUENSTEDT en Alberti (1864, pág. 121, lám. II, figs. 8a, b y c), de edad Carniense-Noriense. En nuestro caso, y como ya fue discutido en Márquez-Aliaga (1985), no parece justificada la diferenciación taxonómica entre *C. keuperina* y *P. gregaria*. Por tanto, en el corte de Los Pastores, la presencia de *P. gregaria* no sería incompatible con una edad Carniense.

Por último, en el Triásico de Alemania, *Gervillia subcostata* —que se halla representada en nuestra asociación por ejemplares de pequeña talla, que algunos autores colocan en sinonimia con *Avicula pulchella* ALBERTI—aparece desde el Muschelkalk superior hasta el «*Grenzdolomit*», que son equivalentes al Carniense (Schmidt, 1935; Ürllich, 1985).

Polen

Se han recogido y tratado en el laboratorio un total de 47 muestras de arcillas oscuras para su estudio palinológico. Las muestras proceden de diferentes niveles estratigráficos del Trías de Los Pastores. Sin embargo, sólo han dado resultados positivos 11 muestras procedentes de las unidades 2, 3, 4 y 6, cuya posición se señala en los cortes y columnas estratigráficas de las figuras 4 a 10.

Unidad 2 (muestra 89A-40)

Esta muestra es la más baja estratigráficamente de las recogidas. Procede del talud oeste de la cantera sur, concretamente de un nivel pelítico negro de espesor centimétrico, intercalado entre margocalizas amarillentas pertenecientes a la unidad 2 y situado 3 metros por encima de las areniscas verdosas que coronan los yesos de la unidad 1 (fig. 4, corte B). Ha proporcionado:

Patinasporites densus, Leschik, 1955.
Triadispota plicata, Klaus, 1964.
Triadispota sp.
Ovalipollis ovalis (Krutzsch).
 Bialados indet.
Duplicisporites scurrilis, Scheuring, 1970.
Duplicisporites verrucosus (Leschik) Scheuring, 1970.
Praecirculina granifer, Klaus, 1960.
Camerosporites secatus, Leschik, 1955,
 asociación que indica una edad Carniense.

Unidad 3 (muestras 89A-83 y 89A-84)

Ambas muestras han sido recogidas en un pequeño corte parcial del techo de las areniscas (figs. 4 y 9, cortes C' y D'). La muestra 89A-84 es la más baja estratigráficamente, procede de un nivel pelítico negro, de espesor centimétrico, que constituyen la parte superior de un set de areniscas grises a amarillentas de grano fino, con estratificación cruzada a la base y laminación cruzada a techo y ha proporcionado:

Vallasporites ignacii, Leschik, 1955.
Patinasporites densus, Leschik, 1955.
Triadispota crassa, Klaus, 1964.
Samaropollenites speciosus, Goubin, 1965.
 Bialados indet.

La muestra 89A-83 procede de un nivel de características similares al anterior, situado 3 metros por encima de aquél y un me-

tro por debajo del nivel de *P. gregaria* anteriormente descrito. Ha proporcionado:

Patinasporites densus, Leschik, 1955.
Alisporites sp.
Lunatisporites sp.
Triadispota sp.
Ovalipollis ovalis (Krutzsch) Scheuring, 1970.
Samaropollenites speciosus, Goubin, 1965.
 Bialados indet.

El conjunto de esta microflora y, en especial, la asociación de *Patinasporites densus* con *Samaropollenites speciosus*, este último muy abundante, indica una edad Carniense, posiblemente superior.

Unidad 4 (muestras 89A-68 y 91A-18)

La muestra 89A-68 procede de un delgado lecho pelítico negro situado bajo un estrato de margocalizas, 11 metros por encima del nivel de *Pseudocorbula gregaria* (corte B2 de las figs. 4 y 10). Ha proporcionado:

Patinasporites densus, Leschik, 1955.
Alisporites sp.
Ovalipollis ovalis (Krutzsch), Scheuring, 1970.
 Bialados indet.
Praecirculina granifer, Klaus, 1960.
Camerosporites secatus, Leschik, 1955,
 asociación que indica una edad Carniense.

La muestra 91A-18 ha sido recogida en la cantera N (figs. 6 y 10, columna J1), hacia la parte media de esta unidad, de un delgado nivel pelítico oscuro situado 13 metros por debajo del contacto con la unidad 5, tres metros por debajo de un nivel carbonatado con *L. sublaevis* (fig. 10). Ha proporcionado:

Vallasporites ignacii, Leschik, 1955.
Patinasporites densus, Leschik, 1955.
Triadispota plicata, Klaus, 1964.
Ovalipollis ovalis (Krutzsch), Scheuring, 1970.
Camerosporites secatus, Leschik, 1965.
Duplicisporites granulatus (Leschik), Scheuring, 1970.
Duplicisporites scurrilis, Scheuring, 1970.
Praecirculina granifer, Klaus, 1960.
Partitisporites movimundanus, Leschik, 1955.
Partitisporites quadruplicis (Scheuring), Van der Eem, 1983.

La presencia de *Patinasporites densus* y de *Camerosporites secatus*, indica una edad Carniense.

Unidad 6 (muestras 91A-4, -5, -6, -13, y -16)

Estas muestras proceden del talud meridional de la cantera principal (figs. 4 y 12, columnas A1 y A2). Las muestras 91A-4 a 91A-13 proceden de la parte alta de esta unidad, de un corte situado unos metros al N del anterior (A2).

Muestra 91A-4

Triadispota sp.
Platysaccus sp.
Praecirculina granifer, Klaus, 1960.
Camerosporites secatus, Leschik, 1955.
 asociación que indica una edad Ladiniense superior-Carniense, por la presencia de *Camerosporites secatus*.

Muestra 91A-5

Ovalipollis ovalis (Krutzsch), Scheuring, 1970.
Camerosporites secatus, Leschik, 1955.
Partitisporites quadruplicis (Scheuring), Van der Eem, 1983.

asociación que indica una edad Ladinense superior-Carniense, por la presencia de *Camerosporites secatus*.

Muestra 91A-6

Triadispora suspecta, Scheuring, 1970.
Samaropollenites speciosus, Goubin, 1965.
Camerosporites secatus, Leschik, 1955.
Enzonalsporites sp.

La presencia de *Samaropollenites speciosus*, confirma la edad Carniense.

Muestra 91A-13

Vallasporites ignacii, Leschik, 1955.
Patinasporites densus, Leschik, 1955.
Triadispora suspecta, Scheuring, 1970.
Triadispora plicata, Klaus, 1964.
Triadispora sp.
Alisporites sp.
Microcachrydites fastidioides (Jansonius), Klaus, 1964.
Ovalipollis ovalis (Krutzsch), Scheuring, 1970.
Ovalipollis minimus, Scheuring, 1970.
Platysaccus sp.
 Bialados indet.
Camerosporites secatus, Leschik, 1955.
Camerosporites pseudoverrucatus, Scheuring, 1970.
Duplicisporites granulatus (Leschik), Scheuring, 1970.
Duplicisporites verrucosus (Leschik), Scheuring, 1970.
Praecirculina granifer, Klaus, 1960.
Praecirculina scurrilis, Scheuring, 1970.
Adivisisporites disperitius, Leschik, 1955.
Partitisporites quadruplicis (Scheuring), Van der Eem, 1983.

Muestra 91A-16

Calamospora sp.
Vallasporites ignacii, Leschik, 1955.
Patinasporites densus, Leschik, 1955.
Ovalipollis ovalis (Krutzsch), Scheuring, 1970.
Microcachrydites fastidioides (Jansonius), Klaus, 1964.
Triadispora sp.
Praecirculina granifer, Klaus, 1960.

La presencia de *Patinasporites densus* y de *Camerosporites secatus* en las muestras 91A-13 y 91A-16, indica una edad Carniense.

Así pues, de acuerdo con los datos de polen, puede concluirse que la mayor parte de la sucesión de Los Pastores es de edad Carniense. Aunque la mayor parte de las muestras estudiadas proporcionan asociaciones de polen del Carniense o del Ladinense superior-Carniense sin mayores precisiones, por su posición estratigráfica más baja las unidades 1 y 2 posiblemente corresponden al Carniense inferior, mientras que las unidades 3 a 6, posiblemente corresponden al Carniense superior, a juzgar por la gran abundancia de *Samaropollenites speciosus* a techo de la unidad 3 (muestra 89A-83). Por otra parte, el conjunto de la microflora estudiada viene caracterizada por la presencia esporádica de *Pteridophytae* y por un claro predominio de las gimnospermas, lo que indicaría que el área estudiada estaría paleogeográficamente ubicada en una zona ecuatorial árida, domi-

nada por elementos xerofíticos, de acuerdo con el modelo propuesto por Visscher y Van der Zwan (1981).

Otros microfósiles

Además de las asociaciones de polen y bivalvos ya mencionadas, se han reconocido microfácies de interés estratigráfico en los términos superiores de la serie, concretamente en tres niveles diferentes:

— La de posición estratigráfica más baja aparece en la unidad 5, y está constituida por facies oolíticas-biolásticas muy recristalizadas con Involutínidos. La recristalización impide realizar una determinación precisa de estos foraminíferos que, por su forma externa y dimensiones, podrían corresponder a *Involutina sinuosa* (WEYNSCHENK), aunque la estructura interna no es claramente visible. La microfácies de estos niveles es idéntica a la que muestran los niveles de involutínidos del Trías superior en Facies Alpina de los Rondaides y Alpujarrides, dominados por *Glomospirella friedli* KRISTAN-TOLLMANN e *Involutina sinuosa* (WEYNSCHENK) entre otras formas, durante el Noriense, y a las que se añade *Triasina hantkeni* MAJZON en los niveles del Retiense (Braga, 1986; Martín-Algarra, 1987; López-López, 1987; López *et al.*, 1988).

— La siguiente microfácies de interés estratigráfico (muestra 89A-103: fig. 13) está constituida por acumulaciones monoespecíficas de *Gyroporella plumosa* ZANIN-BURY, alga dasycladácea de posición estratigráfica bien conocida dentro del Trías Superior Bético (Noriense) en Facies Alpinas (Braga, 1986; Martín-Algarra, 1987; López-López, 1987). Se ha reconocido dentro del paquete superior de dolomías claras, cerca de la base de las calizas blancas suprayacente. Por su posición estratigráfica bastante alta dentro de la serie, cerca ya de las calizas blancas liásicas, una edad Retiense, más que Noriense, para estos niveles no puede ser completamente excluida.

— Por último, las calizas blancas presentan asociaciones de *Paleodasycladus mediterraneus* PIA, *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINIERI y otras algas, foraminíferos bentónicos diversos y, localmente, bivalvos del grupo de los «*Lithiotis*». Estos fósiles y las facies en las que aparecen incluidos son característicos del Lías inferior de las regiones alpinas mediterráneas.

Correlación, evolución secuencial y significado paleogeográfico del Trías de Los Pastores

La correlación efectuada entre los diferentes cortes de detalle levantados permite proponer la colum-

na estratigráfica sintética que se presenta en la figura 14. Los materiales triásicos de la serie de Los Pastores tienen una edad Triásico superior, Carniense inferior a superior en su mitad inferior (unidades 1 a 6) y Noriense-Retiense en su mitad superior (unidad 7). Cada una de estas partes presenta, respectivamente, litofacies arcilloso-arenoso-evaporíticas de tipo Germánico (Carniense en facies Keuper: Pérez-López, 1991) y litofacies carbonatadas de afinidades alpinas (Noriense-Retiense tipo Dolomía Principal, con pasadas de alternancias calizo-margosas: cf. Martín-Algarra, 1987) que se reconocen en afloramientos próximos de la Cordillera Bética. De alguna manera, pues, se puede decir que esta sucesión presenta características litoestratigráficas, sedimentológicas y paleogeográficas intermedias entre las del Triás superior de Facies Germánica del Subbético y las del Triás superior de Facies Alpina de Alpujarrides y Rondades. Ello resulta comprensible si se tiene en cuenta la proximidad de este afloramiento al contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética. Por otra parte, la litoestratigrafía de detalle de la parte inferior de la sucesión estudiada en este trabajo, muestra bastante rasgos comunes con la que ha sido recientemente reconocida por Pérez-López (1991) en el Keuper del Subbético, la cual, a su vez, muestra notables semejanzas con la reconocida por Ortí-Cabo (1974) en el Keuper del Levante español (véanse también, Gil *et al.*, 1985; Pérez-López y López-Chicano, 1989). Así, nuestras unidades 1 y 2, 3 y 4 se corresponden, respectivamente, con las unidades litoestratigráficas denominadas K1, K2 y K3 por los autores más arriba mencionados. Conviene señalar, no obstante, que los materiales de facies Keuper de la serie de Los Pastores muestran una mayor influencia marina que las tres unidades litoestratigráficas más arriba citadas con las que son correlacionables. Este hecho concuerda, por otra parte, con la inexistencia, en la parte alta de esta serie, de potentes sucesiones de yesos, como las que se aparecen en el Subbético, que Pérez-López (1991) correlaciona con las unidades K4 y K5 de Ortí-Cabo (1974): los yesos han sido mayoritariamente reemplazados en Los Pastores por materiales carbonatados de características francamente marinas (unidades 5 y 7 *pro parte*, de este trabajo) con algunas intercalaciones pelíticas con yeso (unidad 6).

Desde el punto de vista de la evolución secuencial (fig. 14) la sucesión estudiada se puede interpretar como un gran ciclo regresivo-transgresivo, de características análogas a las que se reconocen en otros puntos de la Península (Salvany y Ortí, 1987; Sopena *et al.*, 1988) y de otras regiones alpinas mediterráneas e incluso atlánticas (Jansa *et al.*, 1980; Holser *et al.*, 1988; Ziegler, 1988). Las unidades 1, 2 y 3 del presente trabajo registran una evolución desde am-

bientes marinos marginales de tipo sabkha y llanura evaporítica con influencia marina marginal (unidad 1), a ambiente de llanura lutítica (unidad 2) y, finalmente, a ambientes de tipo fluvial durante el máximo de la regresión (unidad 3). La ausencia de conglomerados, la inexistencia de una aparente discordancia a la base de las areniscas y los rasgos litoestratigráficos y sedimentológicos generales de la sucesión permiten excluir, en principio, la hipótesis de un neto control tectónico para el depósito de estas areniscas, por reactivación de relieves en las áreas proximales situadas hacia la Meseta, aunque dicha hipótesis no puede ser relegada del todo, habida cuenta de los fuertes contrastes de subsidencia entre las Zonas Internas y las Zonas Externas durante el Triás superior (cf. Martín-Algarra, 1987). Por el contrario, la hipótesis de un control principalmente eustático, en el que las areniscas representarían un cortejo sedimentario de bajo nivel del mar de acuerdo con la terminología de Haq *et al.* (1987, 1988), parece más factible en este caso. El final del depósito de las areniscas estuvo determinado por una rápida transgresión que condicionó el depósito del nivel de *Pseudocorbula gregaria*. A partir de entonces se asiste a un proceso gradual y progresivo, aunque pulsante, de ascenso relativo del nivel del mar a lo largo del Carniense superior y sobre todo del Noriense, que determinó el reemplazamiento definitivo de las facies de llanura costera por facies carbonatadas marinas someras.

El Triásico superior de Los Pastores debió ocupar una posición paleogeográfica particular dentro de la inmensa y extensa llanura costera en la que se debieron depositar las facies Keuper del borde meridional de la Península Ibérica. Esta zona se situaba muy cerca de los ambientes predominantemente de plataforma carbonatada en los que tuvo lugar el depósito de las sucesiones triásicas de las Zonas Internas béticas. Por ello, durante la regresión carniense, la sucesión evolucionó desde ambientes de tipo sabkha temporalmente comunicada con el mar —lo que permitía la recarga, desde el E, de los ambientes de depósito con aguas marinas y el depósito de evaporitas— a ambientes de tipo llanura costera arcilloso-arenosa, surcados por corrientes fluviales durante el momento de máxima regresión. Seguidamente, a consecuencia de la transgresión del Noriense-Retiense, la mencionada llanura costera siliciclástica evolucionó de forma progresiva a ambientes francamente marinos de plataforma carbonatada muy somera, que debían representar las áreas de borde de las plataformas carbonatadas carno-norienses que se desarrollaban contemporáneamente en los dominios de Facies Alpinas de las Zonas Internas.

Conclusiones

Del presente estudio se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1.^a En el Triás superior de Los Pastores se pueden distinguir dos partes: una inferior predominantemente arcilloso-evaporítica, de facies Keuper y de edad Carniense, que comprende las unidades 1 a 4; otra superior, predominantemente carbonatada, con facies similares a las Alpinas y de edad Noriense-Retiense, que se corresponde con las unidades 5, 6 y 7. El tránsito gradual y progresivo entre ambas partes está asegurado por la aparición de intercalaciones carbonatadas con bivalvos entre materiales arcilloso-arenosos de la unidad 4, por la litología, respectivamente, carbonatada y pelítica de las unidades 5 y 6, así como por sus facies, y por la presencia de niveles arcilloso-margosos a la base de la unidad 7.

2.^a La sucesión triásica de Los Pastores se depositó en una extensa llanura costera con influencia terrígena marginal, adyacente a una plataforma carbonatada. Las unidades 1, 2, 4 y 6, predominantemente pelíticas o pelito-arenosas con intercalaciones evaporíticas, se depositaron en ambientes de llanura costera perimareal, donde interdigitaban sistemas deposicionales continentales y marinos muy someros. La unidad 2 se depositó en ambientes fluviales a fluvio-marinos. La unidad 7, por su parte, fue depositada preferentemente en ambientes marinos de plataforma carbonatada somera, asimismo con clara influencia mareal y temporalmente expuestos a emersión. Estos medios eran extremadamente sensibles a las variaciones del nivel del mar: las intercalaciones carbonatadas con bivalvos y foraminíferos entre materiales pelíticos ponen de manifiesto las ingresiones marinas y la persistencia de la lámina de agua durante el depósito, lo que está avalado asimismo por la naturaleza de las microfacies. Las facies arcillosas se debieron depositar preferentemente en ambientes inter y supramareales, subaéreos y de carácter oxidante (arcillas rojas), o subacuáticos de tipo marisma costera o incluso palustre, donde el depósito se producía en condiciones reductoras (arcillas y margas verdes, margocalizas y pelitas grises y negras, con polen). Cuando estas marismas y llanuras mareales eran sometidas a una fuerte evaporación y recibían aportes de aguas marinas, se transformaban en salinas y *sabkhas*, en las que se depositaron yesos. Las arenas eran traídas desde el continente por corrientes fluviales que temporalmente llegaron a invadir la llanura costera (unidad 2) y que eran redistribuidas por el oleaje y las mareas.

3.^a Las asociaciones palinológicas reconocidas en el Triásico de Los Pastores demuestran la edad Carniense de la mayor parte de la sucesión (unidad 1 a

6). Por su parte, la edad Noriense de la unidad superior (unidad 7) puede ser demostrada teniendo en cuenta su posición estratigráfica, así como la naturaleza de las facies y la presencia en su interior de asociaciones características de foraminíferos bentónicos y algas.

4.^a El contenido macrofósil del Triásico de Los Pastores está constituido por bivalvos entre los que se han podido determinar seis especies, con una mayoría de infaunales TRIGONACEA (*Lyriomyophoria sublaevis*, *L. cf. elegans*, *Pseudocorbula gregaria*) y una minoría de epifaunales PTERIACEA y PECTINACEA (*Gervillia subcostata* y *Enantiostreon cf. flabellum*). Se registran elementos acumulados de asociaciones autóctonas de baja diversidad, que se corresponden con faunas oportunistas y de nanismo endémico. Todo parece indicar medios inestables e inmaduros ecológicamente, de ambientes restringidos de tipo perimareal. La presencia de *L. sublaevis* (SCHMIDT), de *Pseudocorbula gregaria* MUNSTER (en sinonimia con *Corbula keuperina* QUENSTEDT) y de *Gervillia subcostata* GOLDFUSS permite atribuir una edad Carniense a estos niveles, que está de acuerdo con la información estratigráfica suministrada por los datos palinológicos.

5.^a El Triásico de Los Pastores presenta características estratigráficas particulares que lo diferencian de las sucesiones contemporáneas que se reconocen en regiones adyacentes, tanto del Subbético como de las Zonas Internas. La comparación de su estratigrafía y de su evolución sedimentaria con la del Triásico de otras áreas próximas, dentro y fuera de la Cordillera Bética, es de particular interés para el conocimiento del Triás del sur de la Península Ibérica y para el establecimiento de sus relaciones con las cuencas triásico-liásicas del Norte de África y con las situadas en ambos márgenes del Atlántico Central, cuyas conexiones paleogeográficas con el Tethys occidental distan de estar suficientemente bien establecidas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a J. Lasanta su ayuda durante el trabajo de campo y a los doctores J. Fernández y A. Pérez-López (Universidad de Granada) por diversas discusiones y sugerencias recibidas durante el desarrollo de este estudio. Este trabajo es una contribución de los Proyectos de Investigación PB-85/0385 de la CAYCIT, PB-90/0853 y PB-91/0079 de la CICYT, y del Grupo de Investigación n.º 4.089 (Plan Andaluz de Investigación, Junta de Andalucía).

Referencias

- Aigner, T. (1985). Storm depositional Systems. *Lecture Notes in Earth Sciences*, 3, Springer, 174 págs.
 Alberti, F. (1864). Ueberblick über die Trias. *J. G. Göttschen Buch.*, Stuttgart, 353 págs.
 Azéma, J., Foucault, A., Fourcade, E., García-Hernán-

- dez, M., González-Donoso, J. M., Linares, D., López-Garrido, A. C., Rivas, P. y Vera, J. A. (1979). Las microfácies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. *Secr. Publ. Univ. Granada*, 139 págs.
- Blumenthal, M. (1927). Versuch einer tektonischen Gliederung der Betischen Cordilleren von Central und Südwest Andalusien. *Eclogae Geol. Helv.*, 20, 487-592.
- Budurov, K., Calvet, F., Goy, A., Márquez-Aliaga, A., Márquez, L., Trifonova, E. y Arche, A. (1993). Middle Triassic Stratigraphy and Correlation in Part of the Tethys Realm (Bulgaria and Spain). In: *Muschelkalk Schöntaler Symposium*, 1991; 157-164, H. Hagdorn & A. Seilacher, edit., *Sonderbände der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg*, 2, 288 págs. Stuttgart, Ed. Goldschneck.
- Braga, J. C. (1986). Upper Triassic Dasycladaceans in the Sierra de Baza (Alpujárride Complex, Betic Cordillera, SE Spain). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 4, 239-247.
- Brunner, H. y Hagdorn, H. (1985). Stratigraphie, Fazies, Palökologie des Oberrn Muschelkalks des Keupers. In: *Geologie und Paläontologie im Hohenloher land*. (S. 110 G. v. Wagner, Künzelsau, Sept.) 33-60.
- Delgado, F., Estévez, A., Martín, J. M. y Martín-Algarra, A. (1981). Observaciones sobre la estratigrafía de la formación carbonatada de los mantos alpujárrides. *Estudios Geol.*, 37, 47-57.
- Didon, J. (1969). Etude géologique du Campo de Gibraltar (Espagne méridionale). *Tesis Univ. Paris.*, 539 págs.
- Didon, J., Durand-Delga, M. y Kornprobost, J. (1973). Homologies géologiques entre les deux rives du détroit de Gibraltar. *Bull. Soc. Géol. France*, (7) 15, 77-105.
- Durand-Delga, M. (1972). La courbure de Gibraltar, extrémité occidentale des chaînes alpines, unit l'Europe et l'Afrique. *Eclogae Geol. Helv.*, 65, 267-278.
- Durand-Delga, M. y Villiaume, M. (1963). Sur la stratigraphie et la tectonique du groupe du Jebel Mousa (Rif Septentrional, Maroc), *Bull. Soc. Geol. France* (7), 5, 70-77.
- Dürr, S. (1967). Geologie der Serrania de Ronda und ihrer südwestlichen Ausläufer (Andalusien). *Geol. Romana*, 6, 1-73.
- El Hatimi, N. (1991). Rifting mésozoïque sur la bordure occidentale du Rif interne (Maroc). Evolution géodynamique d'un secteur de la marge Ouest-Téthysienne (Exemples du Haouz et du Groupe du Moussa). *Tesis Univ. Pau et des Pays de l'Adour*, 317 págs.
- Fabricius, F. (1966). Becken Sedimentation und Riff-Bildung in Bayerisch-Tyröler Kalkalpen. *Int. Sedim. Petrogr. Series*, 9, E.J. Brill, Leiden, 143 págs.
- Fallot, P. (1948). Les Cordillères Bétiques. *Estudios Geol.*, 8, 83-172.
- Fernández, J. (1977). Sedimentación triásica en el borde sureste de la Meseta. *Tesis Univ. Granada, Secr. Publ. Univ. Granada*, 161, 173 págs.
- Fernández, J. y Dabrio, C. J. (1985). Fluvial architecture of Buntsandstein-Facies Redbeds in the Middle to Upper Triassic (Ladinian-Norian) of the Southeastern edge of the Iberian Meseta (Southern Spain). In: *Aspects of fluvial sedimentation in the Lower Triassic Buntsandstein of Europe* (D. Mader, edit.). *Lecture notes in Earth Sciences*, 4, 411-435, Springer.
- Fernández-López, S. (1984). Nuevas perspectivas de la Tafonomía evolutiva: Tafosistemas y asociaciones conservadas. *Estudios Geol.*, 40, 215-224.
- Fontboté, J. M. (1970). Sobre la historia preorogénica de la Cordillera Bética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 1, 71-78.
- Gil, A., Fernández, J. y López-Garrido, A. C. (1987). Evolución de facies en el Triás de la Zona Prebética y borde de la Meseta. Transversal Orcera-Puente Génave (prov. de Jaén). *Cuad. Geol. Ibér.*, 11, 403-420.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. y Vail, P. R. (1987). Chronology of fluctuating Sea-level since the Triassic. *Science*, 235, 1156-1166.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. y Vail, P. R. (1988). Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and Eustatic Cycles. In: *Sea-Level Changes. An Integrated approach* (C. K. Wilgus, B. S. Hastings, C. G. St. C. Kendall, H. Posamentier, C. A. Ross y J. C. Van Wagoner, edit.). *S.E.P.M. Spec. Publ.*, 42, 71-108.
- Hirsch, F. y Márquez-Aliaga, A. (1988). Triassic Circum-mediterranean Bivalve facies, cycles and global sea-level changes. *II Congr. Geol. España*, Comunicaciones, 1, 342-344.
- Holser, W. T., Clement, G. P., Jansa, L. F. y Wade, J. A. (1988). Evaporite deposits of the North Atlantic rift. In: *Triassic-Jurassic Rifting. Continental Break-up and the origin of the Atlantic Ocean and Passive Margins* (W. Manspeizer, edit.), part B, 525-556.
- Jansa, L. F., Bujack, J. P. y Williams, G. L. (1980). Upper Triassic Salt Deposits of the Western North Atlantic. *Can. J. Earth Sci.*, 17, 547-559.
- López-Chicano, M. y Fernández, J. (1988). Las facies del Triás medio y superior de la región de Alcaudete (Zona Subbética). *II Congr. Geol. España*, Comunicaciones, 1, 103-106.
- López-López, J. R. (1987). El Triásico y el Jurásico inferior en las unidades de Cañamaya-Río Blanco, Despeñadero-Majalijar y de la Mora (Cordillera Bética, Granada). *Tesis de Licenciatura Univ. Granada*, 122 págs.
- López-López, J. R., Braga, J. C. y Martín-Algarra, A. (1988). Le Trias supérieur et le Lias de l'unité de la Mora (Cordillère Bétique, Espagne). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 306, II, 361-366.
- Márquez-Aliaga, A. (1985). Bivalvos del Triásico medio del sector meridional de la Cordillera Ibérica y los Catalánides. *Publ. Univ. Complutense de Madrid*, 40, 430 págs.
- Márquez-Aliaga, A. y García-Gil, S. (1991). Paleontología y ambientes de sedimentación del Triásico medio en el Sector Noroccidental de la Cordillera Ibérica (provincias de Soria y Guadalajara). *Estudios Geol.*, 47, 85-95.
- Márquez-Aliaga, A. y Montoya, P. (1991). El Triásico de Alicante: un efecto Lázaro en los estudios paleontológicos. *Revista Española de Paleontología*, N.º Extra, 115-125.
- Martín-Algarra, A. (1987). Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética. *Tesis Univ. Granada*, 1171 págs.
- Martín, J. M. y Braga, J. A. (1987). Alpujárride carbonate deposits (Southern Spain). Marine sedimentation in a Triassic Atlantic. *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoc.*, 59, 243-260.
- Olivier, P. (1984). Evolution de la limite Zones Internes et Zones Externes dans l'Arc de Gibraltar (Maroc-Espagne). *Tesis Univ. Toulouse*, 229 págs.
- Ortí-Cabo, F. (1974). El Keuper del Levante español. Litoestratigrafía, Petrología y Paleogeografía de la cuenca. *Estudios Geol.*, 30, 7-46.

- Pérez-López, A. (1991). El Triás de facies germánicas del sector central de la Cordillera Bética. *Tesis Univ. Granada*, 400 págs.
- Pérez-López, A. y López-Chicano, M. (1989). Estudio sedimentológico del Keuper inferior, a partir del análisis de facies, en el sector central de la Cordillera Bética. Algunas consideraciones paleogeográficas. *Estudios geol.*, 45, 375-385.
- Sartorio, D. y Venturini, S. (1988). Southern Tethys Biofacies. *AGIP*, 231 págs.
- Salvany, J. M. y Ortí, F. (1987). El Keuper de los Catalánides. *Cuad. Geol. Ibér.*, 11, 215-236.
- Schmidt, M. (1935). Fossilien der Spanischen Trias. *Abh. d. Heidelberg Akad. d. Wissenschaften*, Abb. 22, 1-140.
- Shinn, E. A. (1983). Tidal Flat. In: *Carbonate Depositional Environments* (P. A. Scholle, B. G. Bebout & C. M. Moore, edit.). *A.A.P.G. Mem.*, 33, 171-210.
- Simon, O. (1987). On the Triassic of the Betic Cordilleras (Southern Spain). *Cuad. Geol. Ibér.*, 11, 385-402.
- Sopeña, A., López, J., Arche, A., Pérez-Arlucea, M., Ramos, A., Virgili, C. y Hernando, S. (1988). Permian and Triassic Rift Basins of the Iberian Peninsula. In: *Triassic-Jurassic Rifting. Continental Break-up and the Origin of the Atlantic Ocean and Passive Margins* (W. Manspeizer, edit.), part B, 757-786.
- Thompson, R. W. (1975). Tidal-flats sediments of the Colorado River delta, northwestern Gulf of California. In: *Tidal Deposits* (R. N. Ginsburg, edit.), 57-65, Springer.
- Urlichs, M. (1985). Parallelisierung von Germanischer und Alpiner Mitteltrias. In: *Geologie und Paläontologie in Hohenloher Land. S. z. 1000 G.v. Georg Wagner*. Künzelsau, pág. 8.
- Visscher, H. y Van der Zwan, J. (1981). Palynology of the Circum Mediterranean Triassic: Phytogeographical and Paleoclimatological implications. *Geol. Rundschau*, 70, 625-634.
- Weimer, R. J.; Howard, J. D. y Lindsay D. R. (1982). Tidal Flat. In: *Sandstone Depositional Environments*. *A.A.P.G. Mem.*, 31, 191-245.
- Ziegler, P. A. (1988). Posthercynian plate reorganization the Tethys and Arctic-North Atlantic domains. In: *Triassic-Jurassic Rifting. Continental Break-up and the Origin of the Atlantic Ocean and Passive Margins* (W. Manspeizer, edit.), part B, 711-755.

Recibido el 1 de abril de 1992
Aceptado el 23 de febrero de 1993