

La Formación Milanos en el Subbético Medio (Jurásico superior): definición y descripción

The Milanos Fm in the Middle Subbetic (Upper Jurassic): definition and description

J.M. Molina (*) y J.A. Vera (**)

(*) Departamento de Geología. Universidad de Jaén. 23071 Jaén.

(**) Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. 18071 Granada.

ABSTRACT

The Milanos Fm (Upper Kimmeridgian-Tithonian) is defined and characterised as a new formation belonging to the Middle Subbetic (External Zones of the Betic Cordillera). It is composed by marly limestones, marls and calciclastites with chert, but over all it is mainly distinguished by the presence of calcarenitic and calcisiltitic levels with hummocky cross-stratification (HCS). The calciclastitic levels are interpreted as storm layers deposited in an outer marine platform or ramp below the fair-weather storm wave base level, in which only the waves generated by the stronger storms would affect the bottom.

Key words: Milanos Fm, Upper Jurassic, Middle Subbetic, tempestites.

Geogaceta, 20 (1) (1996), 39-42

ISSN: 0213683X

Introducción

El objetivo fundamental de este trabajo consiste en la definición y caracterización de los materiales de la Formación Milanos (Kimmeridgiense superior-Tithónico) como una nueva unidad litoestratigráfica en el Subbético medio. Esta unidad se caracteriza básicamente por ser una alternancia de calizas micríticas y margas con intercalaciones de calciclastitas (tempestitas y/o turbiditas carbonatadas), así como localmente de algunos niveles de calizas oolíticas marinas someras.

La formación estudiada aparece en el sector central de la Zona Subbética, entre las provincias de Granada y Jaén (Fig. 1). El Subbético medio es uno de los dominios diferenciados en la Zona Subbética y según las reconstrucciones paleogeográficas y palinspásticas correspondería básicamente a un surco subsidente entre el Subbético externo al norte y el Subbético interno al sur (Vera, 1988). El Jurásico del Subbético medio (Fig. 2) empieza con la Fm. Gavilán (Lías inferior), constituida por carbonatos de plataforma marina somera. El Liásico superior está representado por una ritmita de calizas y margas (Fm. Zegrí), con algunos niveles de facies ammonítico rosso margoso. El Jurásico medio presenta predominantemente calizas con sílex y ritmitas calizas-margas, con intercalaciones de rocas volcánicas, localmente con espesores notables.

El Jurásico superior se inicia con una unidad litoestratigráfica de edad Calloviense medio-Kimmeridgiense inferior, muy característica, de lutitas, margas y/o calizas ricas en radiolarios, conocidas generalmente como «radiolaritas».

El Jurásico termina con la unidad litoestratigráfica que se estudia en este trabajo y cuya edad está comprendida entre el Kimmeridgiense superior y el Tithónico superior, que hasta el momento no ha sido definida formalmente como formación y que se define en este trabajo como «Formación Milanos». En trabajos anteriores se ha denominado informalmente como «calizas y microbrechas con sílex» (Vera, 1969), «calizas detríticas con sílex» (ITGE, 1991a,b,c), «calcarenitas con sílex» (Comas, 1978) y «turbiditas calcáreas con sílex» (IGME, 1988). La Fm Milanos toma su nombre de la localidad tipo (Arroyo Milanos, localidad 1, Fig. 1), situada al suroeste del pueblo de Montefrío. En la sección tipo se diferencian básicamente tres tipos de facies: a) margas y calizas margosas; b) calizas micríticas, y c) calcarenitas y calcilimolitas de peloides y bioclastos, con sílex.

Sobre la Fm Milanos se dispone la Fm Carretero constituida por una ritmita de calizas/margas con ammonites del Cretácico inferior, que en amplios sectores del Subbético medio se inicia con un miembro de calizas y margas de color rosado-violáceo, con intercalaciones de calciruditas y

calcarenitas turbidíticas («microbrecha de Aptychus»).

Estratotipo, paraestratotipo, otras secciones y afloramientos seleccionados

La Fm Milanos aflora extensamente en el Subbético medio (Fig. 1) pero en la mayoría de los afloramientos la deformación tectónica y, especialmente, el intenso cultivo dificultan enormemente el levantamiento de secciones estratigráficas. Solamente se han podido levantar dos secciones estratigráficas de detalle de la formación completa, una en la sección tipo (holoestratotipo) de la formación (Arroyo Milanos, localidad 1, Fig. 1) y la otra en las proximidades del pueblo de Dehesas Viejas (localidad 6, Fig. 1) que puede ser considerada como un paraestratotipo de la misma.

La extensión horizontal de la unidad es como mínimo de 75 km en el sentido del alargamiento de la cuenca, que es coincidente con el de las alineaciones estructurales que afectan a los materiales (WSW-ENE). Perpendicularmente a las estructuras la distancia máxima actual entre los diferentes afloramientos de esta formación es de 10 km, lo que de acuerdo con el acortamiento estimado en las reconstrucciones palinspásticas equivaldría a unos 20-25 km durante el depósito. Se trata, por tanto, de una unidad cuya extensión es de más de 1500 km² y cuyo espesor puede superar los 100 m.

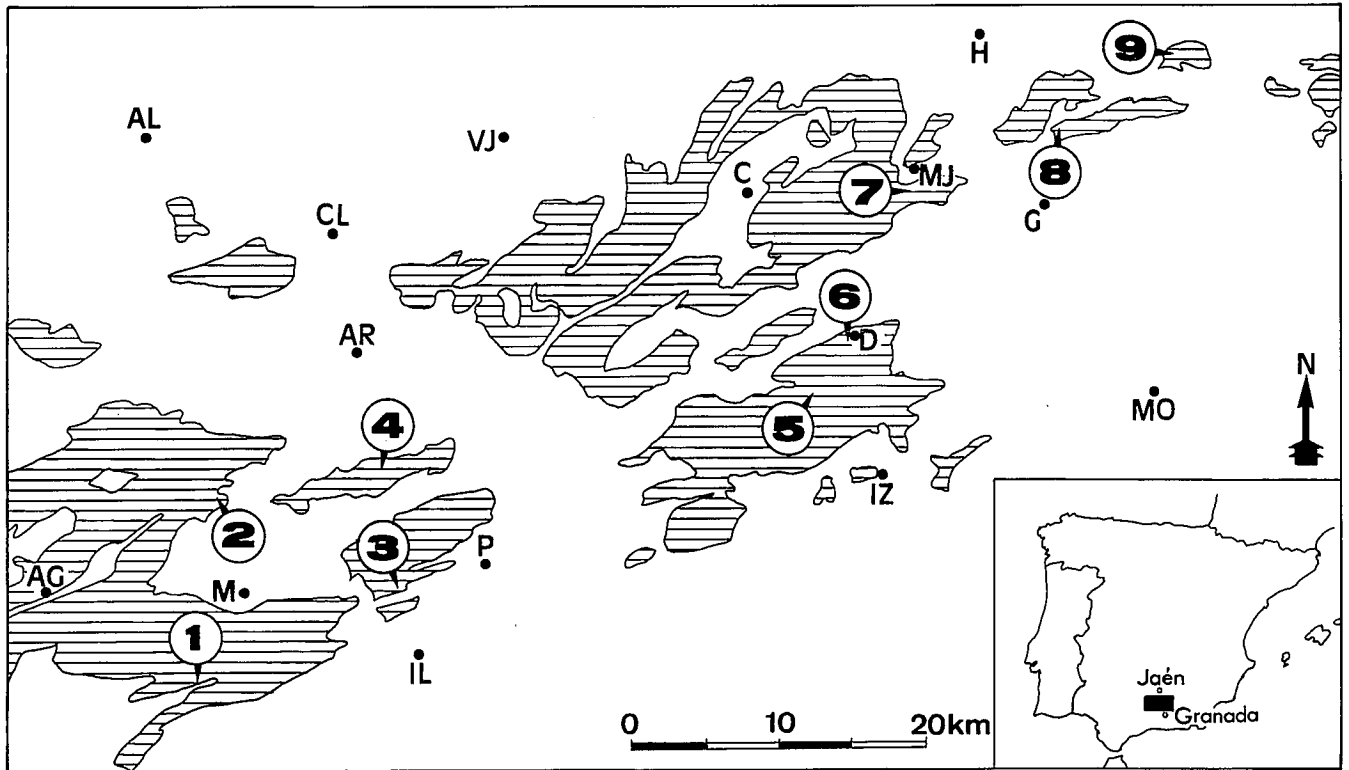


Fig. 1.- Localización de los afloramientos jurásicos (con rayado horizontal) del Subbético Medio y de las distintas localidades citadas en el texto. Clave de las localidades geográficas: AG.- Algarinejo; AL.- Alcaudete; AR.- Alcalá la Real; C.- Campillo de Arenas; CL.- Castillo de Locubín; D.- Dehesas Viejas; G.- Guadahortuna; H.- Huelma; IL.- Illora; IZ.- Iznalloz. M.- Montefrío; MJ.- Montejícar; MO.- Moreda; P.- Puerto Lope; VJ.- Valdepeñas de Jaén. Secciones estratigráficas y localidades citadas en el texto: 1) Arroyo Milanos, sección tipo (holostratotipo) de la Fm Milanos 2) Monte Javanero, suroeste de Lojilla; 3) Sierra Pelada; 4) Norte de Sierra Pelada; 5) Puerto del Zegrí y Puerto de Onítar; 6) Dehesas Viejas (paraestratotipo de la Fm Milanos); 8) Norte de Guadahortuna; 9) Cabeza Montosa.

Fig. 1.- Location of the jurassic outcrops (horizontally striped) in the Middle Subbetic and the different localities cited. Key of geographical localities: AG.- Algarinejo; AL.- Alcaudete; AR.- Alcalá la Real; C.- Campillo de Arenas; CL.- Castillo de Locubín; D.- Dehesas Viejas; G.- Guadahortuna; H.- Huelma; IL.- Illora; IZ.- Iznalloz. M.- Montefrío; MJ.- Montejícar; MO.- Moreda; P.- Puerto Lope; VJ.- Valdepeñas de Jaén. Stratigraphical sections and geological localities named in the text: 1) Arroyo Milanos, type section (holostratotipo) de la Fm Milanos 2) Javaner mountaino, southwest of Lojilla; 3) Sierra Pelada; 4) North of Sierra Pelada; 5) Puertos of Zegrí and Onítar. 6) Dehesas Viejas (parastratotipo of the Milanos Fm); 8) North of Guadahortuna; 9) Cabeza Montosa.

Sección estratigráfica de Arroyo Milanos

Es la sección tipo de la Formación Milanos y en ella se observan el muro y el techo de la misma, con 102,5 m de potencia, presentando unas excelentes condiciones de observación, concretamente en la trinchera occidental de la carretera de reciente construcción (Montefrío - Huétor Tájar), que permite la observación de casi la totalidad de los términos (Fig. 3A). Las coordenadas UTM del muro son VG048258 y las del techo VG047256, quedando incluida en la hoja 1008 (Montefrío). La edad de la formación en el corte tipo está comprendida entre el Kimmeridgiense inferior (edad del material infrayacente datada con radiolarios) y el Tifónico superior (edad del muro de la formación suprayacente datado con Tintfnidos).

Las facies dominantes son calizas micríticas grises (*mudstone* con "filamentos", *Saccocoma* y radiolarios) y margas. La ma-

yoría de los estratos son masivos pero en algunos niveles se observan laminaciones paralelas y *ripples* de olas. Las margas son de color amarillento en superficie y grisáceo en corte fresco, y el único rasgo destacable en ellas es la presencia local de *burrows* y de *Chondrites*.

En los materiales anteriores se intercalan numerosos niveles de calcilimolitas y de calcarenitas de tamaño de grano fino, con espesores que varían desde 10 cm hasta más de un metro, con espesor medio entre 20 y 30 cm. Se trata de *packstone*, *grainstone* y, más raramente, *wackstone* de peloides, ooides, intraclastos micríticos, "filamentos", *Saccocoma*, foraminíferos (*Nautiloculina oolithica* MOHLER, *Valvulina conica* PARKER & JONES, *Lenticulina*, *Ophthalmidium*, *Quinqueloculina* y *Pfenderina*) aptychus, briozoos y algas calcáreas (*Cayeuxia*). La matriz en los *packstone* es micrita que en algunos casos es difícil de diferenciar de peloides o intraclastos

micríticos. El cemento de los *grainstone* es principalmente de borde *syntaxial* alrededor de los restos de *Saccocoma* u otros bioclastos. La laminación aparece como resultado de la disposición paralela de bioclastos planares y de la diferente concentración de peloides. No hay granoselección.

En los niveles calcilimolíticos generalmente hay sílex, tanto estratiforme como en nódulos. La mayoría de los niveles presentan estructuras de ordenamiento interno: laminación paralela, *ripples* de olas y/o estratificación cruzada de tipo *hummocky* (HCS), con secuencias semejantes a las descritas para las capas de tormentas (Aigner, 1985; Cheel y Leckie, 1993). Los muros de los estratos son planos, excepto uno que es erosivo, y en algunos casos se ven *flute casts* y *bounce casts*, que indican paleocorrientes que varían desde N250E a N280E, y *gutter casts*. Muchos de los niveles de calcilimolitas tienen los techos ondulados, con morfología de *ripples* simétricos

típicos de oleaje. En varios de los techos se ha podido medir la longitud de onda de los *ripples* de olas simétricos (L varía de 35 a 60 cm) y la altura de los *ripples* (H varía de 3,5 a 6 cm). Excepcionalmente en un nivel se ha observado *convolute lamination*. En el conjunto del corte se ha reconocido una sola intercalación de calciruditas, localizada a tres metros de la base y constituida por intraclastos, ooides y bioclastos.

Sección estratigráfica de Dehesas Viejas

Se ha levantado en el Barranco Río Hondo, inmediatamente al suroeste del pueblo de Dehesas Viejas (localidad 6 de la figura 1), al que se accede por un camino que se inicia en las primeras casas del pueblo por el norte. Las coordenadas UTM del muro son VG511477 y del techo VG510478, en la hoja 991 (Iznalloz). El corte presenta unas excelentes condiciones de observación de modo que de los 97,5 metros de potencia total de la formación sólomente 3 metros están ocultos. También se pueden ver claramente la continuidad lateral de los estratos y las variaciones de espesor, ya que gran parte de los estratos se pueden seguir más de un centenar de metros lateralmente (Fig. 3B).

Los 70 metros basales presentan unos rasgos muy semejantes a la sección del Arroyo Milanos. Son margas y calizas micríticas pelágicas con radiolarios, «filamentos» y *Saccocoma*. En algunos niveles de calizas hay *burrows* horizontales y *Chondrites*. En estas facies se intercalan abundantes niveles de calcilimolitas y calcarenitas, y, excepcionalmente, alguno de calcirrudita. Estas calciclastitas tienen espesores de 10 a 90 cm (medio de 30 cm) y presentan una secuencia que se inicia con un intervalo masivo, al que sigue otro con laminación paralela, sobre el que viene un intervalo de HCS y termina con un techo de *ripples* de olas simétricos. Más de 25 de estos niveles tienen techos ondulados y algunos presentan muros erosivos y *ripples* de olas simétricos en sus techos. En un estrato se ven *gutter casts*, en otro *Thalassinoides* y en varios calcos de carga. Uno de los estratos presenta abundantes estructuras de corrientes unidireccionales (*flute casts*, *bounce casts*, *prod casts* y *crescent marks*) que permiten medir paleocorrientes con una dirección dominante hacia N180°E.

En el conjunto de la sección podemos diferenciar básicamente dos tipos de microfacies: 1) *Micríticas*. Son *mudstone* con *Saccocoma*, otros bioclastos (principalmente «filamentos», espículas de esponjas) y radiolarios. 2) *Calciclásticas*. Son *packstone* y *grainstone* compuestas por peloides, ooides, clastos y oncoides, como granos no esqueletales. Entre los bioclastos y fósiles

destacan: *Saccocoma*, «filamentos», *aptychus*, briozoos, hidrozoos (*Ellipsactinidae*), algas calcáreas (*Clypeina jurassica* FAVRE, *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINIERI, *Salpingoporella annulata* PIA), foraminíferos (*Nautiloculina oolithica* MOHLER, *Protoperoplis striata* WEYNSCHENCK, *Trocholina alpina* LEUPOLD, *Trocholina elongata* LEUPOLD & BIGLER, *Lenticulina*, *Ophthalmidium*, *Quinqueloculina*, *Pfenderina* y *Spirillina*). La matriz y cementos son similares a los descritos anteriormente en la sección de Arroyo Milanos. Los escasos niveles calcirudíticos están compuestos por ooides, lito-clastos (*mudstone* con «filamentos» y *grainstone* de peloides), bioclastos (*Aptychus* y briozoos), peloides y foraminíferos (*Trocholina* y *Miliolidos*). En algunas láminas delgadas se observa micro-HCS. La laminación se debe a la distinta abundancia de granos frente al cemento y a la disposición planar de los bioclastos.

El rasgo más notable de esta sección estratigráfica consiste en la presencia, en su tercio superior, de potentes niveles de calizas oolíticas, constituidas por *grainstone* de oolitos y peloides; los oolitos son claramente bahamianos y también aparecen abundantes oncoides y algas calcáreas de origen muy somero. Varios de estos niveles métricos presentan estratificación cruzada planar de gran escala, en los que se han medido direcciones de paleocorrientes que varían desde N170° a N220°.

Otras localidades

Además de las dos localidades en las que se han levantado secciones estratigráficas completas de la Fm Milanos, se han efectuado reconocimientos minuciosos a lo largo de todo el afloramiento de la misma y especialmente en las siguientes localidades (Fig. 1):

Localidad 2, en las proximidades del vértice Javanero, al suroeste de Lojilla (coordenadas UTM: VG054356, hoja 990). En Sierra Pelada (localidad 3) se han reconocido varios cortes parciales, algunos de gran calidad de observación, entre los que destacan los que se ubican en los puntos de coordenadas UTM: VG194327 (hoja 990) y VG197322 (hoja 1008), ambos en la carretera de Montefrío a Illora. Igualmente en los sectores adyacentes a la misma en caminos de acceso a cortijos hay algunos cortes parciales excelentes.

En la localidad 4, en un barranco que se sitúa 1 km al oeste del Cortijo de la Alhondiguilla, al norte de Sierra Pelada (coordenadas UTM: VG231370, hoja 990) se han reconocido varios ejemplos de HCS de gran escala, con longitudes de onda de varios metros y altura de 50 a 80 cm. En el sector



Fig. 2.- Sección estratigráfica jurásica del Subbético Medio. Leyenda. a: ammonites; b: *Aptychus*; c: radiolarios; d: crinoides.

Fig. 2.- Jurassic stratigraphic section from the Middle Subbetic Domain. Key. a: ammonoids; b: *Aptychus*; c: radiolaria; d: crinoids.

de los puertos de Zegrí y Onítar (localidad 5) se han estudiado numerosos afloramientos dispersos, entre los que destacan los de coordenadas UTM: VG475417 y VG480464, en la hoja 991.

La localidad 7 se ubica 1 km al sur del pueblo de Montejúcar (coordenadas UTM: VG558576, hoja 970). La localidad 8 está localizada 4 km al N de Guadahortuna, en la trinchera occidental de la carretera 324, de Guadahortuna a Huelma, y 200 m al noreste del Cortijo de Cañada Hermosa (coordenadas UTM: VG633608, dentro de la hoja 970). En la trinchera de la carretera se ha levantado una sección estratigráfica parcial de la formación de unos 20 m de espesor. La localidad 9 situada 1 km al oeste del vértice Cabeza Montosa (coordenadas UTM: VG713655, dentro de la hoja 970) es interesante ya que es la más oriental de todas en las que se ha reconocido la formación.

Interpretación genética y conclusiones

La inmensa mayoría niveles de calciclastitas (calcarenitas y calcilimolitas) con sílex de la Fm Milanos son interpretados como capas de tormentas, principalmente por la presencia en ellos de estratificación cruzada de tipo *hummocky* y de *ripples* de



Fig. 3. - A: Vista parcial de la sección de Arroyo de Milanos (estratotipo de la Fm Milanos), entre los niveles 130 y 145. B: Vista general de la sección de Dehesas Viejas (paraestratotipo de la Fm Milanos). Obsérvese la gran continuidad lateral de los estratos.

Fig. 3.- A: Partial view of the Arroyo Milanos section (holostratotype of the Milanos Fm.), between the levels 130 and 145. B: General view of the Dehesas Viejas section (parastratotype of the Milanos Fm). Notice the good lateral continuity of the beds.

olas simétricos en el techo (Molina y Vera, 1996), cambiando notablemente la interpretación anterior que las consideraba turbiditas calcáreas.

La presencia en una de las secciones estratigráficas de intercalaciones de calizas oolíticas con estratificaciones cruzadas de gran escala, facies típicas de plataforma marina somera, apoya de manera definitiva la interpretación de que las calciclastitas sean depósitos de rampa carbonatada mari-

na, por debajo del nivel de base de las olas de buen tiempo. En esta rampa las olas provocadas por tormentas excepcionales afectarían al fondo, modificando la estructura de los materiales previamente depositados y dando lugar a las HCS y a los *ripples* simétricos del techo de estratos. Los materiales estudiados están situados directamente encima de facies radiolaríticas que deben de ser consideradas como depósitos en áreas algo más profundas que los 200 m,

pero no de profundidades excesivamente grandes como se había indicado previamente por aquellos autores que consideran su depósito incluso por debajo del nivel de compensación de la calcita. Todos estos argumentos apoyan una interpretación de evolución del margen continental de modo que después de la fase de *rifting* y a lo largo de gran parte de Jurásico y del Cretácico los sedimentos pelágicos se depositaron en áreas alejadas de los continentes pero de profundidad moderada, en algunos sectores incluso de menos de 200 m. Este modelo podría ser aplicado a otros márgenes continentales pasivos del dominio alpino mediterráneo, para el mismo intervalo de tiempo.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada dentro del proyecto PB-93-1150 financiado por la DGICYT y de los Grupos de Investigación nº 4089 y 4135 de la Junta de Andalucía.

Referencias

- Aigner, T. (1985): *Lecture Notes in Earth Sciences*, 3, pp. 174. Springer-Verlag, Berlin.
- Cheel, R.J. and Leckie, D.A. (1993): *Sedim. Review*, 1, 103-122, Blackwell, Oxford.
- Comas, M.C. (1978): *PhD Thesis*, University of País Vasco.
- IGME (1988) Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1008 (Montefrío) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. *Inst. Geol. Min. Esp.*, 71 pp.
- ITGE (1991a) Mapa y memoria explicativa de la Hoja 970 (Huelma) del Mapa Geológico de España a escala 1:50000. *Inst. Tecn. Geom. Esp.*, 52 pp.
- ITGE (1991b): Mapa y memoria explicativa de la Hoja 990 (Alcalá la Real) del Mapa Geológico de España a escala 1:50000. *Inst. Tecn. Geom. Esp.*, 52 pp.
- ITGE (1991c): Mapa y memoria explicativa de la Hoja 991 (Iznalloz) del Mapa Geológico de España a escala 1:50000. *Inst. Tecn. Geom. Esp.*, 84 pp.
- Molina, J.M. y Vera, J.A. (1986): *Geogaceta*, (en prensa).
- Vera, J.A. (1969): *Mem. Inst. Geol. Min. España*, 72, 1-187.
- Vera, J.A. (1988): *Rev. Soc. Geol. España*, 1, 373-391.