

*El Jurásico Inferior en la sección de Almonacid
de la Cuba (sector central de la Cordillera
Ibérica, Zaragoza, España)¹*

*Lower Jurassic at the Almonacid de la Cuba
section (central sector of the Iberian Range,
Zaragoza, Spain)*

M. J. COMAS-RENGIFO *, J. J. GÓMEZ **, A. GOY *
C. HERRERO *, N. PERILLI ***, A. RODRIGO ****

RESUMEN

En este trabajo se detallan las características locales de las unidades litoestratigráficas del Jurásico Inferior de la Cuenca Ibérica en las proximidades de Almonacid de la Cuba y de Belchite (Zaragoza), así como, las de la «Unidad de Almonacid de la Cuba», situada entre las Formaciones Cuevas Labradas y Cerro del Pez y que sólo está definida en este sector. También, se detallan cuestiones relativas a la organización secuencial de los materiales que las constituyen. Por otra parte, se realizan estudios bioestratigráficos con ammonoideos, braquiópodos, foraminíferos y nannoplancton calcáreo; habiéndose podido caracterizar las Zonas Jamesoni, Ibex y Davoei del Pliensbachiense inferior (Carixiense), las Zonas Stokesi, Margaritatus y Spinatum del Pliensbachiense superior (Domeriense) y las Zonas Tenuicostatum y Serpentinus del Toarciense inferior.

¹ Este artículo corresponde a una de las excursiones realizadas con motivo de la celebración del IV Congreso de Jurásico de España que se celebró en Alcañiz (14-19 de septiembre de 1997).

* Dpto y UEI de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas (UCM) e Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España.

** Dpto. de Estratigrafía y UEI de Correlaciones Estratigráficas, Facultad de Ciencias Geológicas (UCM) e Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España.

*** Dpto. di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa, Via S. Maria, 53, 56126 Pisa, Italia.

**** Museo Geominero (ITGE), Ríos Rosas, 23, 28003 Madrid, España.

Palabras clave: Ammonitina, Brachiopoda, Foraminiferida, nannoplankton calcáreo, estratigrafía secuencial, bioestratigrafía, Jurásico Inferior, España.

ABSTRACT

The Almonacid de la Cuba-Belchite area (Zaragoza) in the Aragonese (NE) branch of the Iberian Chain, eastern Spain, is known to include some of the most outstanding Lower Jurassic outcrops, both by the good exposure and the completeness of the stratigraphic successions. The particular features of the lithostratigraphic units formally defined for the Iberian Basin are analysed and described, including the informal unit known as «Almonacid de la Cuba Unit» (lower Pliensbachian in age, between the Cuevas Labradas and the Cerro del Pez Formations), which is only present in the northeastern part of the Aragonese Branch of the Iberian Chain. The study also involves the sequence stratigraphy analysis of the units. The biostratigraphic study means of ammonoids, brachiopods, forams and calcareous nannoplakton has led to the characterisation of the Jamesoni, Ibex and Davoei Zones of the lower Pliensbachian (Carixian), the Stokesi, Margaritatus and Spinatum Zones of the upper Pliensbachian (Domerian) and the Tenuicostatum and Serpentinus Zones of the lower Toarcian.

Key words: Ammonitina, Brachiopoda, Foraminiferida, calcareous nannoplakton, sequence stratigraphy, biostratigraphy, Lower Jurassic, Spain.

LOCALIZACIÓN

La sección de Almonacid de la Cuba se encuentra situada dentro de un pequeño afloramiento del Jurásico en las estribaciones más septentrionales de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Fig. 1). Dicho afloramiento se enmarca estructuralmente en un segmento, constituido por materiales mesozoicos y paleógenos, del Arco plegado de Belchite-Aguilón (Lendínez & Ruiz, 1989), que en este sector presenta dirección NO-SE. En una transversal por Almonacid de la Cuba, la estructura corresponde a un pliegue anticlinal, desarrollado en los materiales jurásicos, con marcada vergencia hacia el NE. Los afloramientos estudiados se sitúan en el flanco sur de dicha estructura anticlinal y abarcan materiales que van desde el Sinemuriense al Toarciense inferior. Adosados y discordantes hacia el SO se encuentran materiales paleógenos (arcillas rojas, yesos y niveles de conglomerados) y neógenos (conglomerados cuarcíticos y calcáreos, areniscas y arcillas).

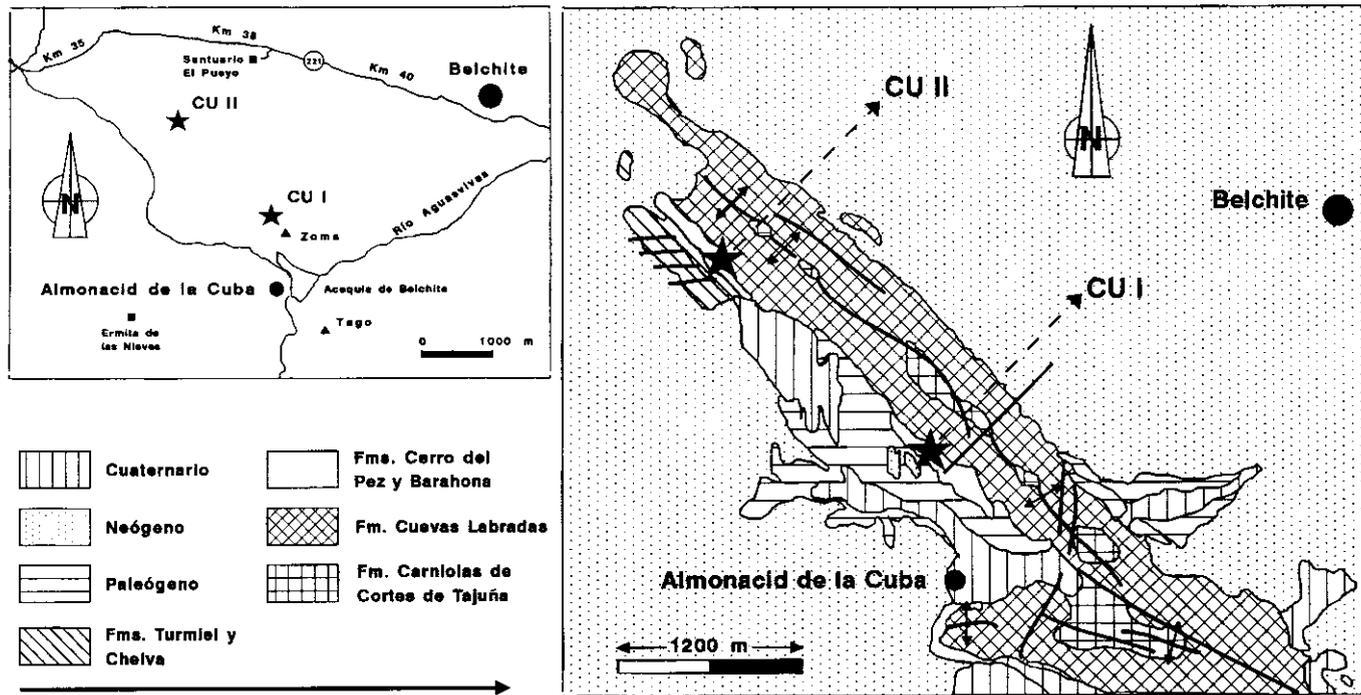


FIG. 1.—Esquema geológico del área de Almonacid de la Cuba-Belchite y localización de las secciones de Almonacid de la Cuba I y II.
 FIG. 1.—Geological sketch of the Almonacid de la Cuba-Belchite area and location of the sections Almonacid de la Cuba I and Almonacid de la Cuba II.

Se han realizado dos cortes complementarios. La sección de Almonacid de la Cuba I (CU I) se localiza en el denominado paraje de la Zoma, a lo largo de un barranco situado al Norte del pueblo del mismo nombre (Latitud: 41° 17' 40'' N; Longitud: 2° 53' 40'' E, meridiano de Madrid). En ella se han estudiado los materiales correspondientes al Sinemuriense superior-Pliensbachiense superior. La sección de Almonacid de la Cuba II (CU II) se encuentra a 1,8 Km al NO de Almonacid de la Cuba (Latitud: 41° 18' 38'' N; Longitud: 2° 52' 35'' E). En ella están particularmente bien expuestos los materiales del tránsito Pliensbachiense/Toarciense (Fig. 1).

Siendo el área de Almonacid de la Cuba una de las más representativas del sector central de la Cordillera Ibérica, se pretende realizar la caracterización desde los puntos de vista litoestratigráfico, sedimentológico y bioestratigráfico, de los materiales del Sinemuriense superior al Toarciense inferior.

ANTECEDENTES

Aunque el Jurásico Inferior de la Cordillera Ibérica ha sido objeto de muchas y diversas investigaciones a lo largo de este siglo, son muy escasas las referencias que abordan el estudio del Jurásico en el área de Almonacid de la Cuba. La sección de Almonacid de la Cuba I fue descrita en forma de columna sintética por Sequeiros *et al.* (1978), que distinguieron 9 tramos litológicos en el intervalo comprendido entre el Sinemuriense y el Aalenense y realizaron una serie de precisiones bioestratigráficas a partir de las asociaciones de ammonoideos. En ese trabajo también citan la presencia de algunos géneros y especies de braquiópodos, bivalvos y crinoideos. De forma simultánea, Cólera *et al.* (1978) realizan un estudio paleontológico sobre algunas especies del género *Metaderoceras*. Unos años después, en su Tesis Doctoral sobre el Pliensbachiense de la Cordillera Ibérica, Comas-Rengifo (1985) describe, nivel a nivel, el contenido paleontológico de los materiales asignables al Pliensbachiense y Toarciense basal, proporcionando una bioestratigrafía detallada de dicho intervalo. Por último, en el Mapa Geológico de Belchite (Lendínez & Ruiz, 1989) se realizan algunas precisiones respecto a las secuencias y sedimentología de las unidades del Jurásico presentes en el área.

La sección de Almonacid de la Cuba II fue estudiada por Comas-Rengifo (1985), quien levanta un corte parcial y cita varias asociaciones sucesivas con *Pleuroceras*, *Emaciaticeras* y *Tauromeniceras* de la Zona Spinatum y *Dactylioceras* de la Zona Tenuicostatum. Posteriormente, Rodríguez (1986) estudia las especies del género *Dactylioceras* de la misma sección.

SECCIÓN DE ALMONACID DE LA CUBA I

LITOESTRATIGRAFÍA Y ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL

En la sección de Almonacid de la Cuba I se pueden observar, en excelentes condiciones de afloramiento, los materiales que se sitúan por encima de los últimos metros de la Formación Carniolas de Cortes de Tajuña; es decir, los correspondientes a la Fm. Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas, la Unidad Calizas y margas de Almonacid de la Cuba, la Fm. Margas grises de Cerro del Pez y la Fm. Calizas bioclásticas de Barahona. La sección comienza en el núcleo de la estructura anticlinal a favor de la cual afloran los materiales pertenecientes al Lías Inferior.

Formación Carniolas de Cortes de Tajuña

Los materiales de esta unidad corresponden al nivel 1 de la Fig. 2.1. Está constituida por unos 6 m visibles de dolomías cristalinas gruesas, brechoides y de aspecto masivo.

Formación Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas

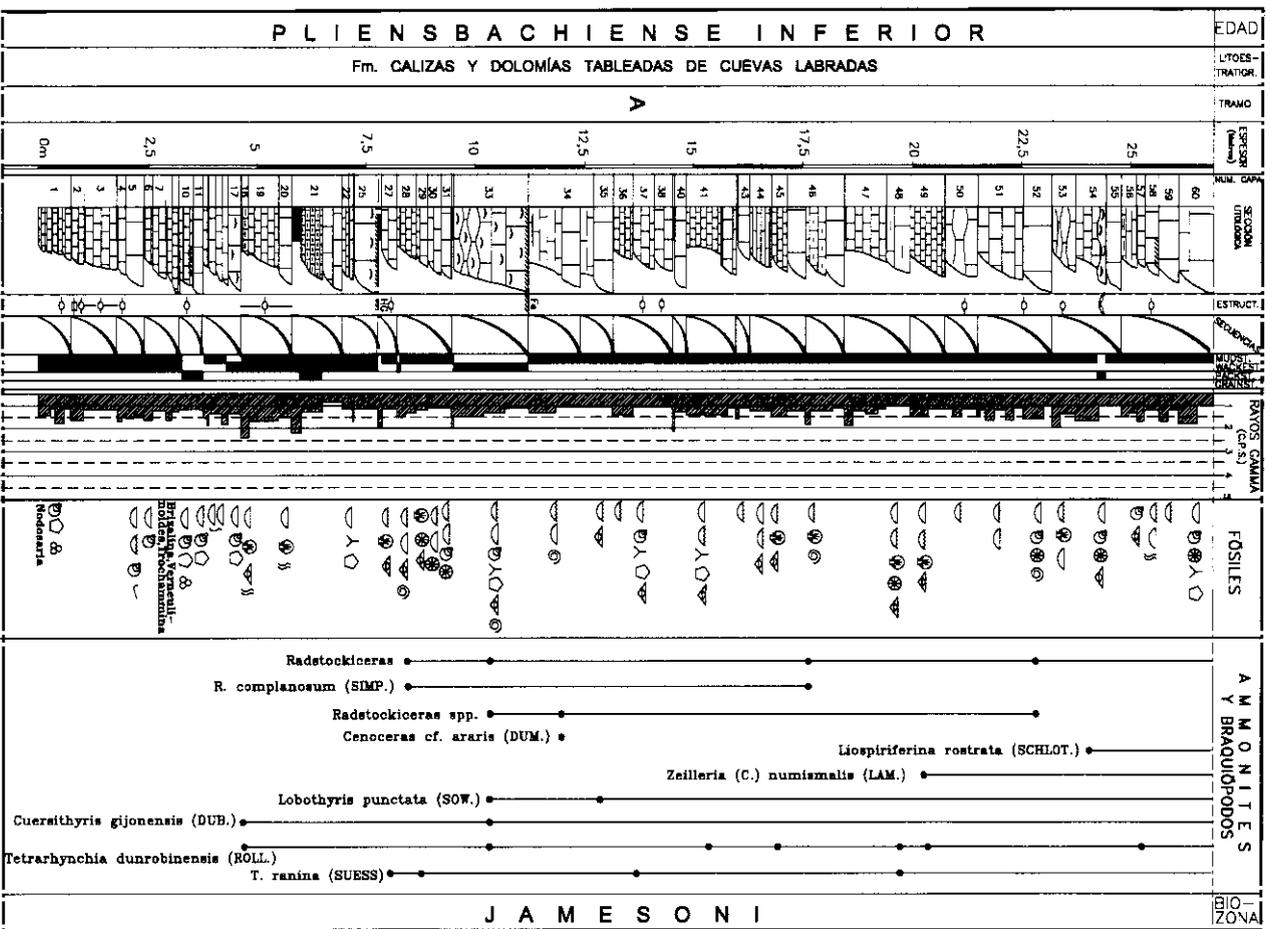
La columna estratigráfica de la Fm. Cuevas Labradas se ha representado en las Figs. 2.1, (niveles 2 a 28 de este trabajo), y en las Figs. 2.2 a 2.4 (niveles 1 a 151 de Comas-Rengifo, 1985, que se sitúan inmediatamente por encima del citado nivel 28).

Los niveles 2 a 28 están constituidos fundamentalmente por calizas *mudstone* y *mudstone* dolomíticos, entre los que se intercalan calizas *wackestone*, calizas *packstone* a veces con intraclastos, oolitos y bioclastos, así como calizas *grainstone* con frecuencia oolíticas, con intraclastos, bioclastos y pellets. Entre las calizas se intercalan dolomías cristalinas mal estratificadas en capas gruesas.

Entre las estructuras sedimentarias cabe destacar la presencia de abundantes tramos con laminaciones de algas, siendo también frecuente la laminación cruzada de gran escala, especialmente en la parte superior. También se encuentran *rills* bioclásticos, cuerpos con base erosiva, bioturbación y ocasionalmente *tepees*, porosidad móldica de sales y porosidad fenestral.

FIG. 2.2.—Litoestratigrafía, estratigrafía secuencial y distribución estratigráfica de ammonoideos y braquiópodos en la sección de Almonacid de la Cuba I (continúa). Leyenda en la Fig. 2.1.

FIG. 2.2.—Litoestratigrafía, estratigrafía secuencial y distribución estratigráfica de ammonoideos y braquiópodos. Lithostratigraphy, sequence stratigraphy and range chart of ammonites and brachiopods at the Almonacid de la Cuba I section (continues). Legend in Fig. 2.1.



Estos materiales se organizan en secuencias de somerización de varios tipos. La más frecuente consta de un término inferior de calizas *grainstone* oolíticos con laminación cruzada de gran escala, un término intermedio de calizas *mudstone*, a veces *wackestone* (en ocasiones con bioturbación), y un término superior de carbonatos con laminaciones de algas, porosidad fenestral, porosidad móldica de sales y *tepees*. En ocasiones, sobre todo en la parte inferior puede faltar el término oolítico y en la parte superior suele estar ausente el término con laminaciones de algas.

Se reconocen dos discontinuidades, una situada en la base del nivel 22 y otra en el techo del nivel 27.

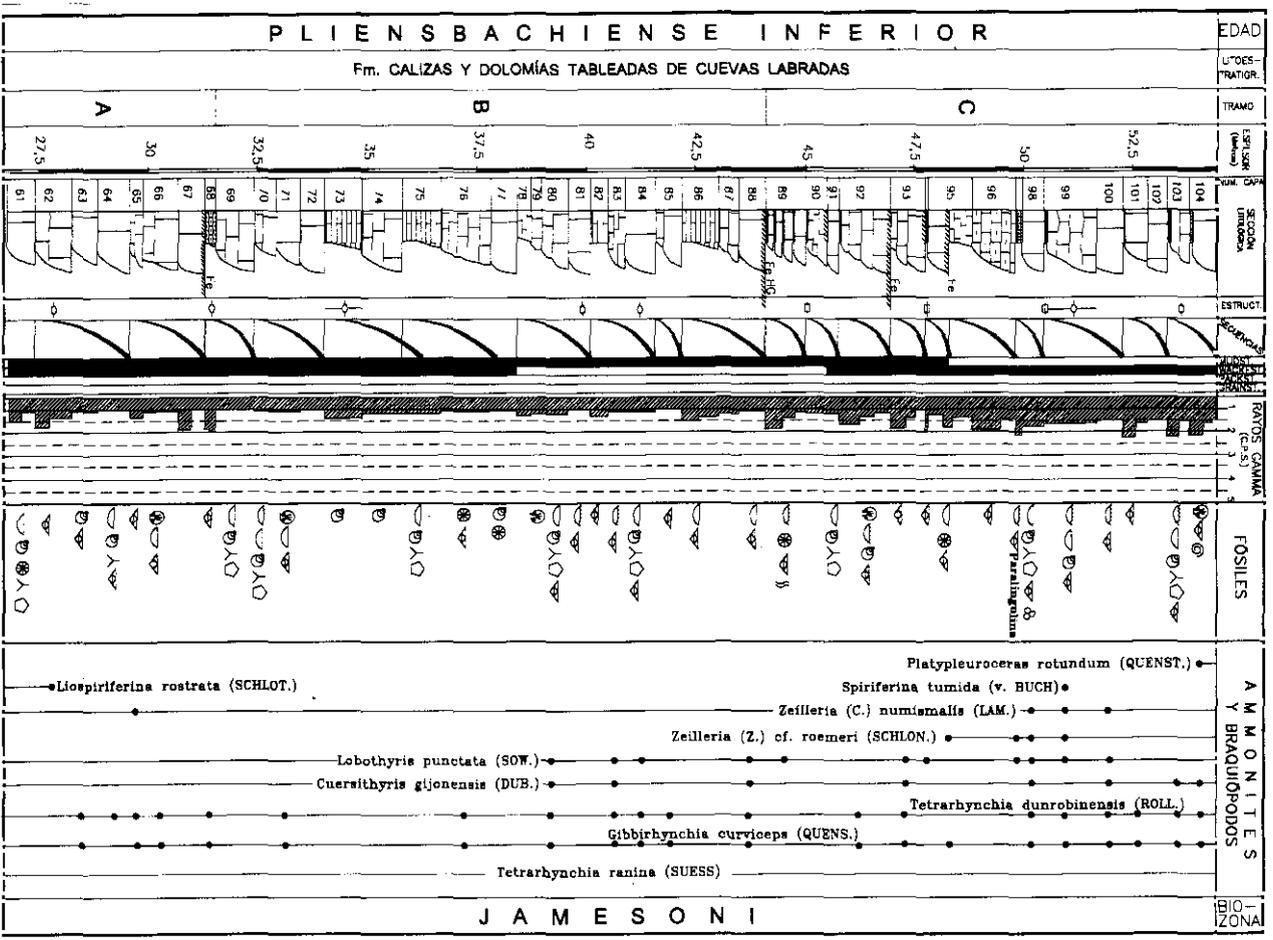
Los niveles 1 a 151 de Comas-Rengifo (*op. cit.*) han sido agrupados en una serie de tramos a los que se les han asignado letras de la A a la D.

Tramo A (niveles 1-68): está constituido por calizas *mudstone*, calizas *wackestone* con bioclastos y calizas *packstone* de peloides, intraclastos y bioclastos (Figs. 2.2 y 2.3). En la parte inferior tienen aspecto noduloso y en la parte media masivo, con planos de poca continuidad lateral. El espesor total del tramo es de 31,4 m. Se organiza en secuencias de somerización estratocrecientes que constan de un término inferior margoso, que suele faltar, un término medio de calizas *mudstone* o *mudstone* a *wackestone* y un término superior que puede ser bioclástico o tener *rills* bioclásticos y que puede terminar en un *hardground* (como en el nivel 25) o en una costra ferruginosa (como en los niveles 33 y 67, el cual representa el techo del tramo). A pesar de los bajos valores registrados en las medidas de radiactividad natural (Rayos Gamma, GR), que no suelen superar las 1,5 CPS, las secuencias suelen estar bastante bien definidas en este registro, con los valores máximos situados en la parte baja de la secuencia, ligados a una mayor contenido en arcillas, y los valores mínimos asociados a la parte alta de la secuencia, ligados a la presencia de los carbonatos, más lavados.

Tramo B (niveles 69-88): en este tramo predominan las calizas *mudstone* o *mudstone* a *wackestone* con bioclastos, por lo general mal estratificadas en capas medias a gruesas a veces, con aspecto noduloso (Fig. 2.3). Su espesor es de 12,55 m. Los materiales del tramo se organizan en secuencias de somerización estratocrecientes que pueden terminar en un *hardground* con una costra ferruginosa, como en el techo del nivel 88, que marca a su vez el límite superior del tramo. Los valores de los Rayos Gamma son algunos de los mínimos registrados en la columna debido al carácter netamente carbonatado de este tramo. Muchas de las secuencias, no obstante, se encuentran bien marcadas en el registro de Rayos Gamma, con valores decrecientes hacia la parte superior de la secuencia. Buenos ejemplos de ello pueden observarse en las secuencias que comprenden a los niveles 82 a 88.

FIG. 2.3.—Litoestratigrafía, estratigrafía secuencial y distribución estratigráfica de ammonoideos y braquiópodos en la sección de Almonacid de la Cuba I (continúa). Leyenda en la Fig. 2.1.

FIG. 2.3.—Lithostratigraphy, sequence stratigraphy and range chart of ammonites and brachiopods at the Almonacid de la Cuba I section (continues). Legend in Fig. 2.1.



Tramo C (niveles 89-111): en este tramo predominan las calizas *mudstone* y *wackestone*, generalmente mal estratificadas en capas medias, a veces con aspecto noduloso, con intercalaciones de calizas margosas lajosas y niveles finos de margas (Figs. 2.3 y 2.4). Su espesor es de 14,8 m. La unidad se organiza en secuencias de somerización estratocrecientes en las que puede distinguirse un término inferior margoso o margocalizo y un término superior calizo, que con frecuencia termina en una superficie ferruginosa más o menos desarrollada, como en los niveles 92, 95 y 111. Este tramo muestra un fondo radiactivo mayor que los anteriores debido a la presencia de intercalaciones de calizas margosas y margas. Con frecuencia, las secuencias se encuentran bien definidas en el registro de Rayos Gamma, con valores decrecientes hacia la parte superior. Algunas de estas secuencias resultan especialmente expresivas, como las correspondientes a los niveles 89, 92, 93, 98, 101-102, 106-107, 108 y 109-111.

Tramo D (niveles 112-151): este tramo está compuesto fundamentalmente por calizas *mudstone* con intercalaciones de calizas *wackestone* y ocasionalmente de calizas *wackestone* a *packstone* que normalmente corresponden a niveles de *rills* bioclásticos (Fig. 2.4). Las calizas se disponen en capas finas a medias y entre ellas se intercalan delgados niveles de margas y margocalizas lajosas. Su espesor es de 6,7 m. El tramo se encuentra organizado en secuencias de somerización estratocrecientes y con frecuencia granocrecientes, que constan de un término inferior margoso o margocalizo y un término superior bioclástico, a veces con *rills*, que puede terminar en una costra ferruginosa. Gran parte de estas secuencias se encuentran bien marcadas por los valores de Rayos Gamma, con picos ligados a la presencia de margas o margocalizas en la parte inferior de las secuencias y valores mínimos ligados a los términos más carbonatados de la parte superior.

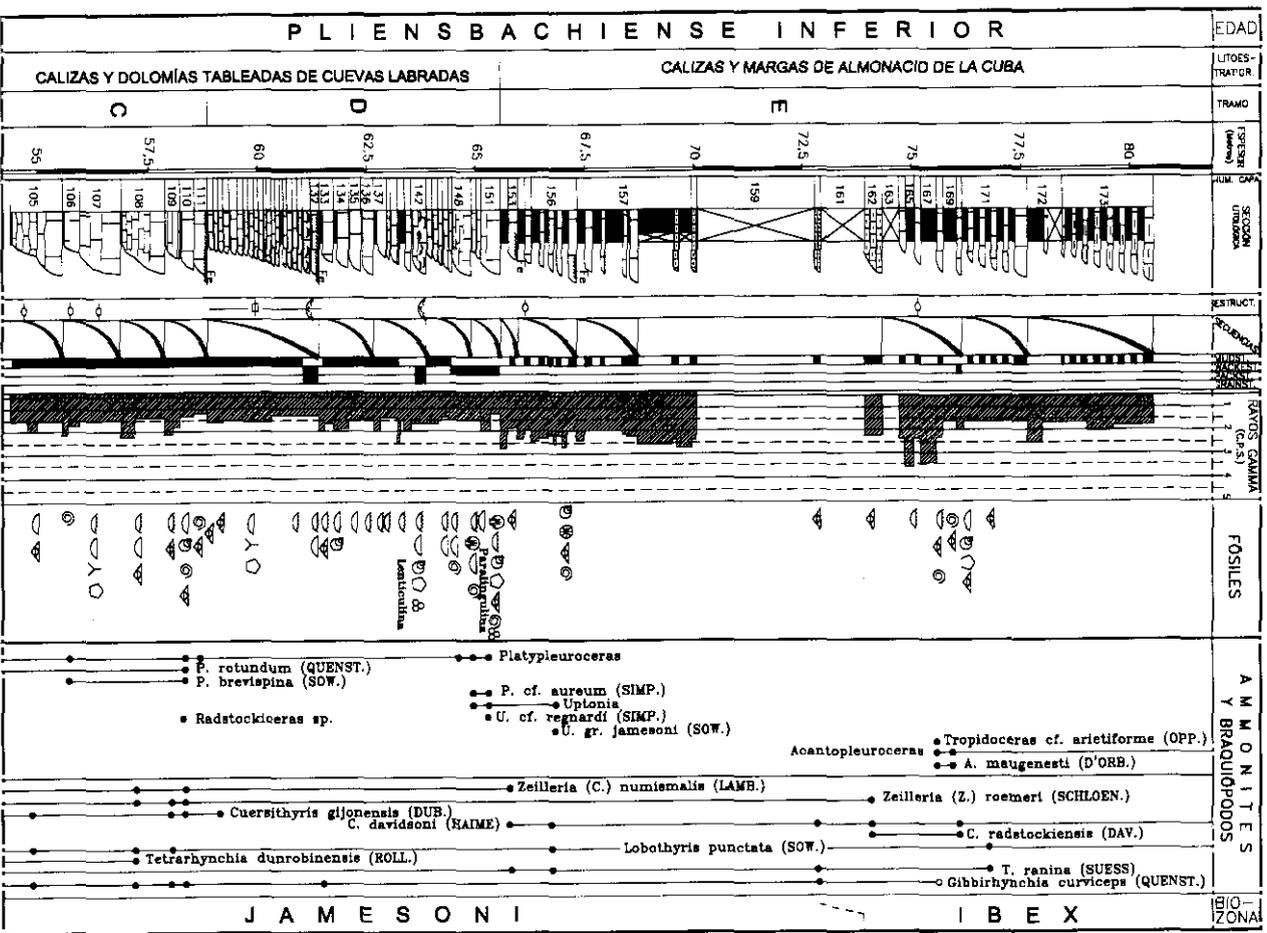
Unidad Calizas y margas de Almonacid de la Cuba

Dentro de esta unidad informal se han distinguido siete tramos litológicos:

Tramo E (niveles 152-174): se compone de una alternancia de calizas *mudstone* y ocasionalmente *wackestone*, con intercalaciones de margas y/o margocalizas blanquecinas o amarillentas (Figs. 2.4 y 2.5). Las calizas se estratifican en capas medias y las superficies de estratificación suelen ser bastante irregulares. El espesor del tramo es de 16,4 m. Se organiza en secuencias de somerización constituidas por tres a siete ritmos elementales de marga-caliza. En las secuencias, el espesor de los niveles calizos suele aumentar hacia la parte superior, en tanto que el espesor de los términos margosos a veces disminuye

FIG. 2.4.—Litoestratigrafía, estratigrafía secuencial y distribución estratigráfica de ammonoideos y braquiópodos en la sección de Almonacid de la Cuba I (continúa). Leyenda en la Fig. 2.1

FIG. 2.4.—Lithostratigraphy, sequence stratigraphy and range chart of ammonites and brachiopods at the Almonacid de la Cuba I section (continues). Legend in Fig. 2.1.



en el mismo sentido. El fondo radiactivo de esta unidad aumenta notablemente respecto a las anteriores debido al aumento en el contenido en materiales margosos, registrándose valores incluso superiores a los 3,5 CPS. Los Rayos Gamma marcan bien la ritmicidad de las margas y las calizas y con frecuencia también los límites de las secuencias, indicados por los valores máximos y mínimos respectivamente, como se observa con mayor claridad en las secuencias superiores del tramo.

Tramo F (niveles 175-179): está constituido por calizas *mudstone* estratificadas en capas medias con planos de estratificación mal definidos, con frecuencia de aspecto noduloso, que contienen escasas intercalaciones de margocalizas nodulosas (Fig. 2.5). El tramo tiene un espesor de 2,3 m y se organiza en tres secuencias de somerización estratocrecientes. Los niveles del fondo radiactivo disminuyen debido al carácter calcáreo del tramo. Las secuencias se encuentran en general bien definidas por los valores registrados de Rayos Gamma.

Tramo G (nivel 180): se trata de un tramo de margas grises con finas y escasas intercalaciones de calizas *mudstone* en capas finas con las superficies de estratificación bastante irregulares. Su espesor es de 2,45 m. Este tramo representa la primera de las secuencias de profundización (Fig. 2.5) que han quedado registradas en la Unidad de Almonacid de la Cuba. Se caracteriza por un aumento del espesor de los niveles margosos hacia la parte superior de la secuencia, al tiempo que la proporción de calizas disminuye en este mismo sentido. Con la primera de las secuencias de somerización se registran los máximos valores de radiactividad obtenidos en toda la sección (4 CPS), dando un excelente registro de la secuencia de profundización con un contenido creciente en arcillas hacia la parte superior.

Tramo H (niveles 181-194): el tramo H representa un nuevo predominio de los términos calizos. Se compone de calizas *mudstone* en capas medias con finas intercalaciones de calizas margosas (Fig. 2.5). Su espesor es de 3,1 m y se dispone organizado en secuencias de somerización estratocrecientes constituidas en la mayor parte de los casos por varios ritmos con un término inferior calizo-margoso fino y otro superior calizo. La vuelta al predominio de litofacies carbonatadas lleva consigo una disminución en los valores de Rayos Gamma. Las pequeñas diferencias en estos valores hacen que las secuencias correspondientes a este tramo no queden reflejadas con claridad en el registro.

Tramo I (niveles 195-212): representa una unidad predominantemente margosa. Las margas y/o margocalizas grises predominan sobre las calizas *mudstone*, a veces *wackestone*, que se disponen en capas medias con planos de es-

FIG. 2.5.—Litoestratigrafía, estratigrafía secuencial y distribución estratigráfica de ammonoideos y braquiópodos en la sección de Almonacid de la Cuba I (continúa). Leyenda en la Fig. 2.1

FIG. 2.5.—Lithostratigraphy, sequence stratigraphy and range chart of ammonites and brachiopods at the Almonacid de la Cuba I section (continues). Legend in Fig. 2.1.

stratificación irregulares y de escasa continuidad lateral (Fig. 2.5). Su espesor es de 8 m. Dentro de este tramo se observan dos tipos de secuencias correspondientes a etapas de somerización y a etapas de profundización. Las secuencias de somerización son más frecuentes y están constituidas por varios ritmos de margas y calizas en los que el espesor de los términos calizos aumenta hacia la parte superior de la secuencia. En el techo de algunas de las secuencias de este tipo pueden observarse costras ferruginosas (niveles 200 y 211). Las secuencias de profundización, por el contrario, están caracterizadas por el aumento de espesor de los términos margosos hacia la parte superior de la secuencia, con disminución de la proporción de calizas en el mismo sentido. Secuencias de este tipo pueden observarse en los niveles 198-199 (p.p.) y 206-207. El fondo de los Rayos Gamma vuelve a experimentar un ascenso, especialmente en las dos secuencias de profundización registradas, y de manera especial en la 206-207 (4 CPS).

Tramo J (niveles 213-230): está compuesto por una alternancia de calizas y margas con predominio de las primeras. Entre las calizas se encuentran calizas *mudstone*, *wackestone* y *packstone* bioclásticas dispuestas en capas finas a medias, a menudo de aspecto noduloso. Las margas y margocalizas suelen ser nodulosas, y de colores grises a amarillentos (Fig. 2.5). Tiene un espesor de 6,7 m. El tramo se organiza en secuencias de somerización compuestas por hasta cinco ritmos de marga-caliza en las que el espesor y, en la mayor parte de los casos, la proporción de calizas, aumenta hacia la parte superior de la secuencia. Ocasionalmente, sobre los techos de algunas de estas secuencias se desarrollan *hardgrounds*, como en el nivel 226. La mayor parte de estas secuencias se encuentra bien expresada en el registro de los Rayos Gamma, con valores decrecientes hacia la parte superior, como en los niveles 227-230.

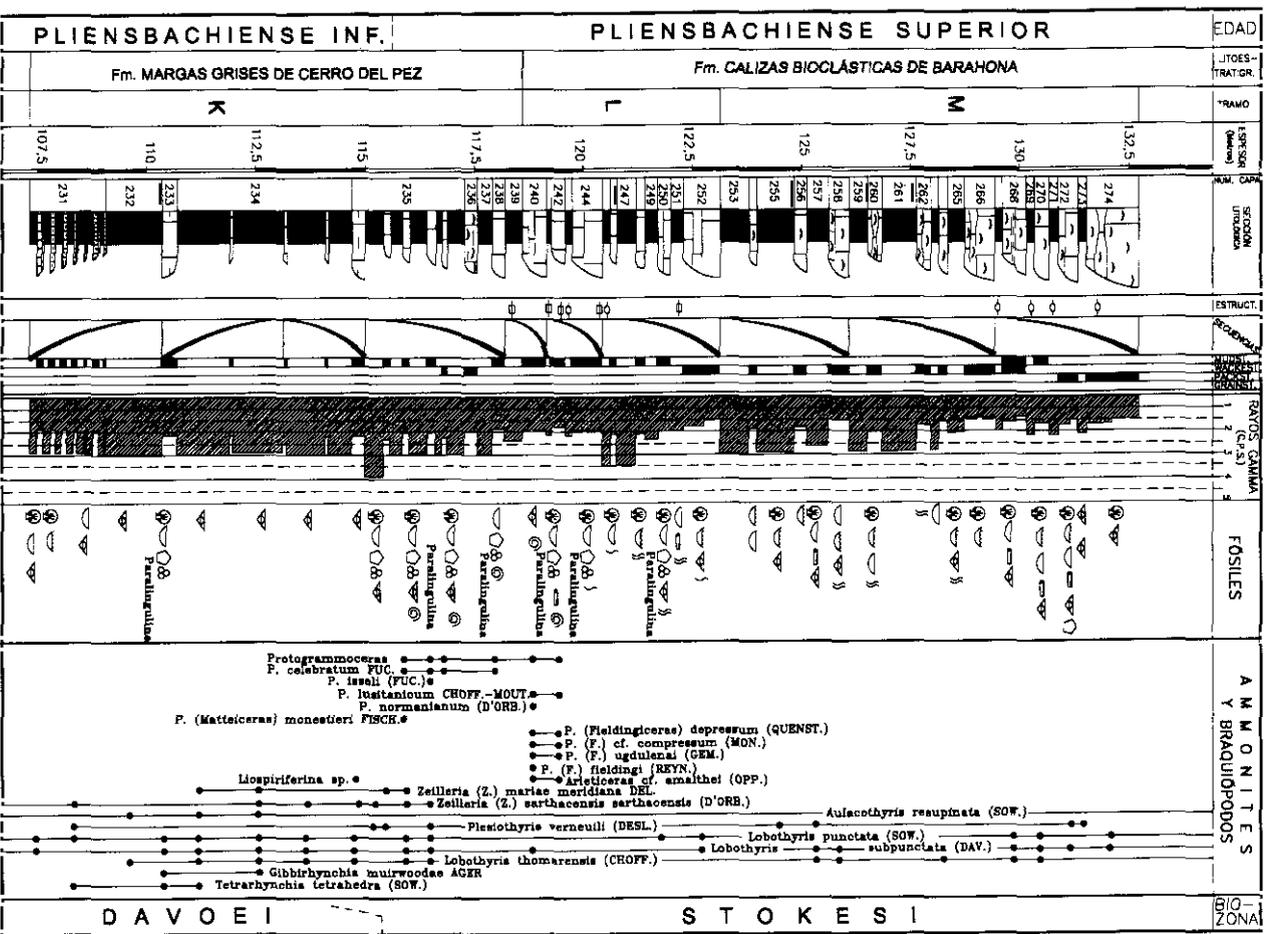
Formación Margas grises de Cerro del Pez

Los límites de la Fm. Cerro del Pez coinciden con los del tramo K de la columna (Fig. 2.6), cuyas características son las siguientes:

Tramo K (niveles 231-239): está constituido fundamentalmente por margas grises y amarillentas con intercalaciones de margocalizas y calizas margosas *mudstone* estratificadas en capas medias. Su espesor es de 11,35 m y se organiza en secuencias tanto de profundización como de somerización. Las secuencias de profundización se localizan en la parte inferior de la unidad y se caracterizan por el aumento en el espesor de los términos margosos hacia la parte superior de la secuencia, al tiempo que disminuyen la

FIG. 2.6.—Litoestratigrafía, estratigrafía secuencial y distribución estratigráfica de ammonoideos y braquiópodos en la sección de Almonacid de la Cuba I (continúa). Leyenda en la Fig. 2.1

FIG. 2.6.—Lithostratigraphy, sequence stratigraphy and range chart of ammonites and brachiopods at the Almonacid de la Cuba I section (continues). Legend in Fig. 2.1.



proporción y el espesor de los tramos calizos en el mismo sentido. En las secuencias de somerización, por el contrario, el espesor de los términos calizos aumenta hacia la parte superior de la secuencia. El aumento de la proporción de margas se traduce en un aumento del fondo radiactivo. Las secuencias de profundización se caracterizan por altos valores de la radiactividad en los tramos margosos, aunque los máximos valores se relacionan con el nivel transgresivo basal de la secuencia de somerización más alta (niveles 235-239).

Formación Calizas bioclásticas de Barahona

Esta unidad ha sido subdividida en cuatro tramos litológicos con las siguientes características:

Tramo L (niveles 240-252): este tramo se compone de una alternancia irregular de calizas margosas *mudstone* y ocasionalmente *wackestone*, y margas y/o margocalizas beige de aspecto lajoso o noduloso (Fig. 2.6). Tiene 4,5 m de espesor. Se organiza en secuencias de somerización caracterizadas por el aumento del espesor de los términos calizos hacia la parte superior de la secuencia. Las secuencias de este tramo se encuentran también expresadas en los valores decrecientes del Rayos Gamma hacia la parte superior. Este hecho se aprecia de forma especial en la secuencia formada por los niveles 245 a 252.

Tramo M (niveles 253-274): en este tramo alternan las calizas *wackestone*, y en menor proporción las calizas *mudstone*, a veces algo margosas, y las calizas *wackestone* y *packstone* bioclásticas, con margocalizas nodulosas. Las calizas se disponen mal estratificadas, con planos de estratificación ondulados o mal definidos que desaparecen lateralmente (Fig. 2.6). El tramo, de 6,3 m de espesor, se organiza en tres secuencias de somerización de aproximadamente la misma potencia, en las que el espesor de los términos calizos aumenta hacia la parte superior, lo cual va acompañado en algunas de las secuencias por una disminución en el espesor de las margocalizas. En este tramo se observa un marcado contraste de radiactividad entre los términos margosos y los calizos, lo que se traduce en una excelente expresión en el registro de los Rayos Gamma de las secuencias de somerización.

Tramo N (niveles 275-288): está compuesto por calizas *packstone* bioclásticas de aspecto noduloso, con intercalaciones de margocalizas nodulosas y algunos niveles de margas lajosas. Las superficies de estratificación suelen ser onduladas, especialmente en la parte inferior del tramo (Fig. 2.7). El espesor es de 10,95 m y se organiza en cinco secuencias de somerización, cada una de ellas compuesta por uno a ocho ritmos elementales de margocalizas o margas y calizas bioclásticas. En las secuencias, los tramos calizos aumentan su espesor hacia la parte superior, al tiempo que los términos margocalizos tienden a disminuir su proporción y espesor. Los Rayos Gamma registran claramente

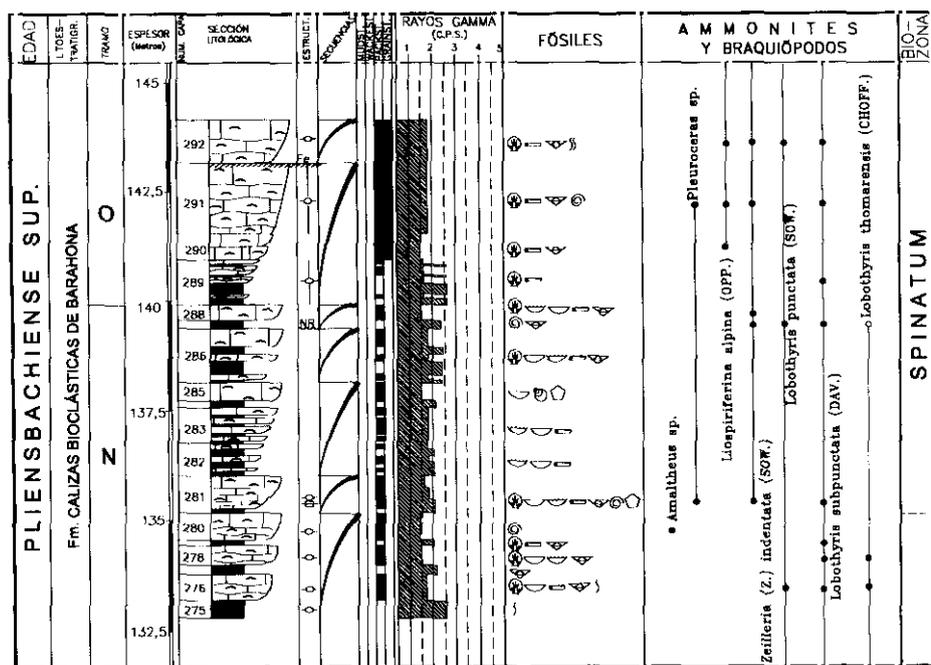


FIG. 2.7.—Litoestratigrafía, estratigrafía secuencial y distribución estratigráfica de ammonioideos y braquiópodos en la sección de Almonacid de la Cuba I (continúa). Leyenda en la Fig. 2.1

FIG. 2.7.—Lithostratigraphy, sequence stratigraphy and range chart of ammonites and brachiopods at the Almonacid de la Cuba I section (continues). Legend in Fig. 2.1.

esta ordenación secuencial, con valores máximos en la parte inferior de la secuencia, ligada a los términos más arcillosos, y mínimos en las calizas de mayor espesor del techo.

Tramo O (niveles 289-292): el último tramo de la sección de Almonacid de la Cuba I está compuesto por calizas *packstone* y *packstone* a *grainstone* bioclásticas con intercalaciones de margocalizas en la parte inferior del tramo. Las calizas están mal estratificadas con las superficies de estratificación onduladas y acusado aspecto noduloso (Fig. 2.7). El espesor del tramo es de 4,25 m y se organiza en dos secuencias de somerización estratocrecientes. En la inferior se cuenta con un término inferior de ritmos de calizas y margocalizas y un término superior calizo grueso, en cuyo techo se encuentra una costra ferruginosa bien marcada. En el registro de Rayos Gamma la secuencialidad de la parte inferior del tramo se encuentra bien expresada por la presencia de materiales margocalizos, más radiactivos, pasando a valores más uniformes en los materiales calizos de la parte superior.

ASOCIACIONES DE AMMONOIDEOS Y BIOESTRATIGRAFÍA

La sucesión bioestratigráfica obtenida en el Pliensbachiense puede ser integrada sin dificultad en el cuadro de zonación estándar admitido generalmente para el NO de Europa, aunque con algunas modificaciones que fueron introducidas por Comas-Rengifo (1985) para la Cordillera Ibérica. En ese trabajo se han podido caracterizar los Horizontes Rotundum, Brevispina, Jamesoni, Maugenesti, Evolutum, Luridum, Maculatum, Capricornus y Davoei del Pliensbachiense inferior, y los Horizontes Monestieri, Celebratum, Lusitanicum, Hawskerense, Emaciatum y Elisa del Pliensbachiense superior. La mayoría de ellos pueden ser correlacionados con los reconocidos en otras cuencas europeas (Meister, 1986; Dommergues & Meister, 1987). Por el contrario, no han podido ser caracterizados ninguno de los horizontes de la Zona Margaritatus por la casi total ausencia de ammonoideos en los materiales de esta zona.

Los materiales del Sinemuriense y Pliensbachiense tienen en la sección de Almonacid de la Cuba I un desarrollo bastante notable; pero, como es habitual en la Cuenca Ibérica, el registro de fósiles de ammonoideos es bastante pobre y discontinuo. La distribución estratigráfica de las especies y géneros identificados se muestra en la Fig. 2; y, como puede verse, no se han encontrado ammonoideos por debajo de la Zona Jamesoni del Pliensbachiense inferior.

No es posible establecer con seguridad cuál es el límite entre el Sinemuriense superior y el Pliensbachiense inferior. Probablemente se corresponde con el cambio en las facies que coincide con la discontinuidad detectada en el techo del nivel 27 de la Fig. 2.1. Esta discontinuidad podría ser correlacionada con la señalada por Yébenes *et al.* (1988) como límite inferior de la Unidad tectono-sedimentaria L-IV.

La parte basal de la Zona Jamesoni puede estar representada en los primeros metros de los materiales que componen el tramo litológico A. Sin embargo, los fósiles característicos del Carixiense basal (Subzona Taylori y Subzona Polymorphum), así como las formas que aparecen generalmente asociadas, no se han encontrado en la sección estudiada. Los primeros ammonoideos se han registrado en el nivel 28 (*Radstockiceras complanosum* (Simpson) y *Radstockiceras* sp.) y son característicos del Horizonte Complanosum de la Subzona Taylori establecido por Comas-Rengifo (1985).

Las siguientes asociaciones reconocidas entre los niveles 104 y 111 pertenecen con seguridad a la Subzona Brevispina y están caracterizadas por la presencia casi exclusiva del género *Platypleuroceras* (*P. rotundum* (Quenstedt) y *P. brevispina* (Sowerby)), asociado a escasos representantes de *Radstockiceras*. Por encima no se han registrado ammonoideos hasta los niveles 148-156. En ellos se han identificado representantes del género *Uptonia* (*U. cf. regnardi* (Simpson), *U. gr. jamesoni* (Sowerby)), así como ejemplares mal conservados de *Platypleuroceras cf. aureum* (Simpson). Esta asociación puede ser considerada característica de la Subzona Jamesoni del Carixiense inferior.

Debido a que los materiales del tránsito entre la Zona Jamesoni y la Zona Ibex están parcialmente cubiertos, no es posible señalar con precisión el límite inferior de la Zona Ibex. Los materiales de esta zona tienen un importante desarrollo y en ella se produce un notable cambio en las asociaciones. La parte inferior y media (Subzona Valdani) está dominada por representantes de la familia Polymorphitidae (Acanthopleuroceratinae), y la parte superior por el desarrollo de los Liparoceratidae, que en la Cordillera Ibérica son un elemento esencial de los Ammonitina del Carixiense superior.

La asociación de *Acanthopleuroceras maugenessi* (D'Orbigny) y *Tropidoceras* cf. *arietiforme* (Oppel) (nivel 168) podría corresponder a uno de los horizontes inferiores de la Subzona Valdani reconocidos por Meister (1986) en las Causses y por Dommergues (1987) en Borgoña, mientras que los registros de *Metaderoceras evolutum* (Fucini) (nivel 178) y de *Acanthopleuroceras aliensiense* (Reynes) (nivel 181) se podrían correlacionar con los dos horizontes superiores de dicha subzona en las citadas cuencas.

La Subzona Luridum se ha caracterizado por la presencia de *Aegoceras* (*Beaniceras*) *luridum* (Simpson) (entre los niveles 204 y 211). Esta especie está asociada, en la parte inferior, a *Liparoceras* (*L.*) cf. *kilsbiense* Spath y *Reynesocoeloceras* sp.

El límite inferior de la Zona Davoei se ha señalado coincidiendo con el primer registro del subgénero *Aegoceras* (*Aegoceras*) en el nivel 216. En la parte inferior de la zona se ha identificado *A. (A.) maculatum* (Young & Bird) y en la parte superior (niveles 226 y 227) *A. (A.) capricornus* (Schlotheim), que aparece asociado a *Prodactylioceras davoei* (Sowerby). Hasta este momento no se ha podido caracterizar la Subzona Figulinum.

El límite entre el Pliensbachiense inferior y el Pliensbachiense superior ha sido marcado con imprecisión, ya que la Fm. Cerro del Pez está parcialmente cubierta, lo que ha impedido un muestreo suficientemente detallado. Entre los últimos niveles con representantes de la familia Liparoceratidae y los primeros con Hildocerataceae, que son los elementos principales de la fauna del Domeriense inferior en la Cordillera Ibérica, hay varios niveles que no han podido ser caracterizados mediante ammonoideos.

En el Pliensbachiense superior, los primeros ejemplares reconocidos corresponden a *Protogrammoceras celebratum* Fucini, que está asociado a *P. (Matteiceras) monestieri* Fischer y a *P. isseli* (Fucini) en los niveles 235.5 y 235.7, respectivamente. Estas asociaciones son características de la Subzona Monestieri y Celebratum de la Zona Stokesi del Domeriense y corresponden a los Horizontes Monestieri y Celebratum de Comas-Rengifo (1985). Tales horizontes han sido también reconocidos en otras regiones del Dominio Euroboreal y podrían ser correlacionados con los Horizontes Isseli-Celebratum del Austroalpino Superior (Meister et al., 1994).

Los niveles 240 y 242 contienen numerosos ejemplares de ammonoideos, entre los que destacan *Protogrammoceras lusitanicum* Choffat-Mouterde, junto con varias especies de *Protogrammoceras* (*Fieldingiceras*) [*P. (F.) depress-*

sum (Quenstedt), *P. (F.) cf. compressum* (Monestier), *P. (F.) fieldingi* (Reynes) y *P. (F.) ugdulenai* (Gemmellaro)] y a *Arietoceras* (*A. cf. amalthei* (Oppel)). Todos ellos permiten caracterizar el Horizonte Lusitanicum de la Subzona Celebratum (Zona Stokesi).

La familia Amaltheidae está muy mal representada en el Domeriense inferior y medio del corte de Almonacid de la Cuba I y no permite la caracterización de las subzonas establecidas para la Zona Margaritatus en la Cordillera Ibérica. Por ello, no es posible señalar el límite entre las zonas Stokesi, Margaritatus y Spinatum. Sin embargo, el género *Pleuroceras* es más frecuente en el corte de Almonacid de la Cuba II y ha permitido individualizar de forma bastante precisa la Zona Spinatum (Subzona Hawskerense).

ASOCIACIONES DE BRAQUIÓPODOS

Los braquiópodos son fósiles muy abundantes en el Pliensbachiense de esta región. En la sección de Almonacid de la Cuba I se ha reconocido un total de 32 taxones pertenecientes a los órdenes Spiriferida, Rhynchonellida y Terebratulida.

La máxima diversidad se observa en el Pliensbachiense superior (Zona Spinatum), con 7 géneros y 13 especies registradas. Esta diversidad disminuye en el tránsito al Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum), donde sólo aparecen 4 géneros y 6 especies.

La máxima abundancia (Fig. 3) corresponde a la Zona Jamesoni, y contrasta fuertemente con el registro mínimo de ejemplares en la Zona Ibex, donde también es mínima la diversidad. En esta zona se han diferenciado cuatro tramos litológicos (F, G, H e I) en los que no se han encontrado braquiópodos. La diversidad vuelve a aumentar coincidiendo con el comienzo de la Zona Davoei, y disminuye de forma considerable en las Zonas Stokesi y Margaritatus, donde únicamente se encuentran terebratúlidos.

En la parte superior de la Zona Jamesoni y coincidiendo con un cambio en las condiciones de sedimentación, pasando de facies carbonáticas a facies predominantemente margosas, tiene lugar el último registro de la especie *Zeilleria (Cincta) numismalis* (Lamarck). De igual forma, las especies *Spiriferina tumida* (V. Buch), *Liospiriferina rostrata* (Schlotheim), *Cuersithyris gijonensis* (Dubar) y *Tetrahynchia dunrobinensis* (Rollier), se registran por última vez en este intervalo, no existiendo zeilléridos en la Zona Ibex si exceptuamos los encontrados en el nivel 162.

En la Zona Ibex se produce el último registro de las especies *Zeilleria (Zeilleria) cf. roemeri* (Schloenbach), *Gibbirhynchia curviceps* (Quenstedt), *Tetrahynchia ranina* (Suess), *Cuersithyris radstockiensis* (Davidson) y *C. davidsoni* (Haime). Solamente la especie *Lobothyris punctata* (Sowerby), cuyo primer registro se produce en la Zona Jamesoni, alcanza la Zona Davoei. En esta última zona también tiene lugar el primer registro de

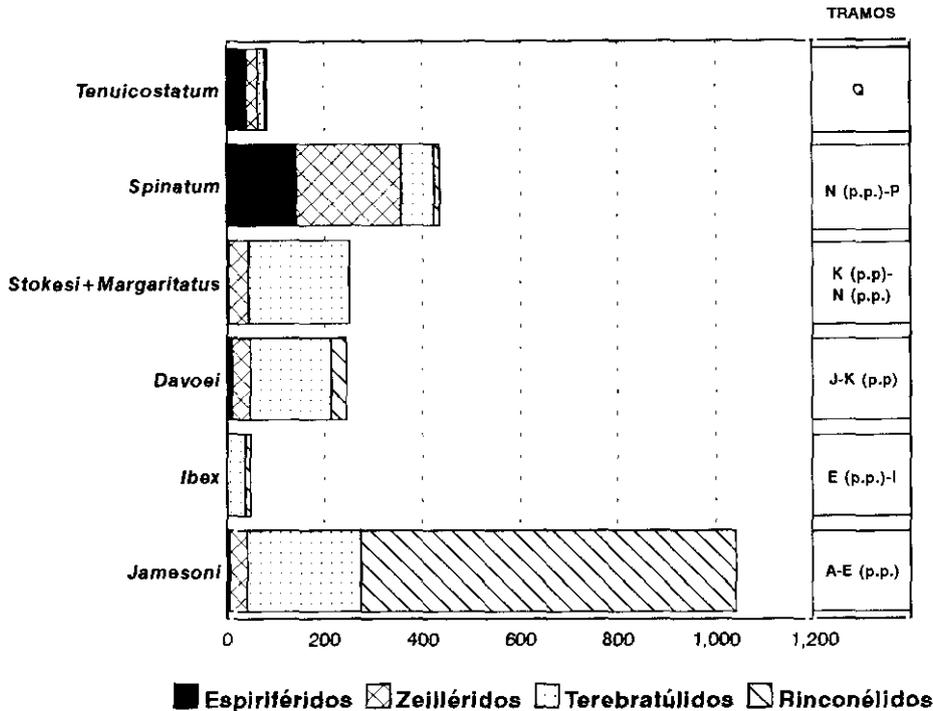


FIG. 3.—Abundancias relativas de braquiópodos en el Pliensbachense y Toarciense inferior (Zona Tenuicostatum) en la sección de Almonacid de la Cuba I.

FIG. 3.—Relative frequency of Pliensbachian and Lower Toarcian (Tenuicostatum Zone) brachiopods at the section Almonacid de la Cuba I.

Zeilleria (Zeilleria) sarthacensis sarthacensis (D'Orbigny), *Z. (Z.) mariae meridiana* Delance, *Aulacothyris resupinata* (Sowerby), *Plesiothyris verneuili* (Deslonchamps) y *Lobothyris subpunctata* (Davidson). Las especies de rinconélidos *Gibbirhynchia muirwoodae* Ager y *Tetrarhynchia tetrahedra* (Sowerby) se registran por última vez en la parte superior de la Zona Davoei.

El tránsito al Domeriense está caracterizado por la desaparición de los zeilléridos en la Zona Stokesi, manteniéndose el registro de terebratúlidos (*Lobothyris* gr. *punctata* y *L. subpunctata*). En la Zona Margaritatus se produce el primer registro de *Zeilleria (Zeilleria) indentata* (Sowerby), especie que, al igual que *L. gr. punctata*, se encuentra en la parte inferior de la Zona Spinatum.

Así pues, se puede observar que los espiriferidos tienen un registro puntual durante el intervalo Pliensbachense-Toarciense inferior de Almonacid de la

Cuba I, apareciendo en la Zona Jamesoni (*Liospiriferina rostrata* y *Spiriferina tumida*) y no se han encontrado en las Zonas Ibex, Davoei, Stokesi y Margari-tatus.

Los zeilléridos presentan una gran diversidad durante todo el Pliensba-chiense, siendo el primer registro de *Zeilleria* (*C.*) *numismalis* en el Carixiense inferior (Zona Jamesoni) y existiendo registro hasta el Domeriense inferior (comienzo de la Zona Stokesi).

En relación a los terebratúlidos, durante el Carixiense inferior domina la es-pecie *Cuersithyris gijonensis*, que es reemplazada en el Carixiense medio por *C. radstockiensis* y *C. davidsoni*. Los representantes de *Lobothyris*, sin em-bargo, son dominantes a partir del Carixiense superior y en especial durante el Domeriense.

Por último, los rinconélidos están bien representados durante el Carixiense inferior y medio (*Tetrarhynchia dunrobinensis*, *T. ranina* y *Gibbirhynchia curviceps*), en la parte alta del Carixiense superior (*G. muirwoodae* y *T. tetra-hedra*) y en el Domeriense superior (*Quadratirhynchia quadrata* y *Q. atte-nuata*), no existiendo registro durante el Domeriense inferior.

SECCIÓN DE ALMONACID DE LA CUBA II

LITOSTRATIGRAFÍA Y ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL

En la sección de Almonacid de la Cuba II (Fig. 4), como ya se ha indicado anteriormente, los materiales del tránsito Pliensbachiense/Toarciense están particularmente bien expuestos. En el intervalo estudiado se distinguen tres tramos litológicos, que corresponden a las Fms. Barahona y Turmiel (Goy et al., 1976).

Formación Calizas bioclásticas de Barahona

Tramo O (niveles B1-B28): este tramo está constituido por calizas *wackestone* y *packstone* bioclásticas, con superficies de estratificación irregulares, separadas por pequeños niveles margocalizos (Fig. 4). El tramo tiene un espesor de 4,25 m visibles y se organiza en secuencias de somerización estratocrecientes. Se distinguen seis secuencias, cada una de ellas compuesta por dos a cinco ritmos elementales de margocalizas o margas y calizas bioclásticas. Los niveles calizos aumentan su espesor hacia la parte superior de la secuencia, al tiempo que los términos margocalizos tienden a disminuir su espesor. Muchas de estas secuencias están bien expresadas en el registro de los Rayos Gamma, con valores netamente decrecientes hacia la parte superior, como ocurre en los niveles B2-B5 y B6-B12.

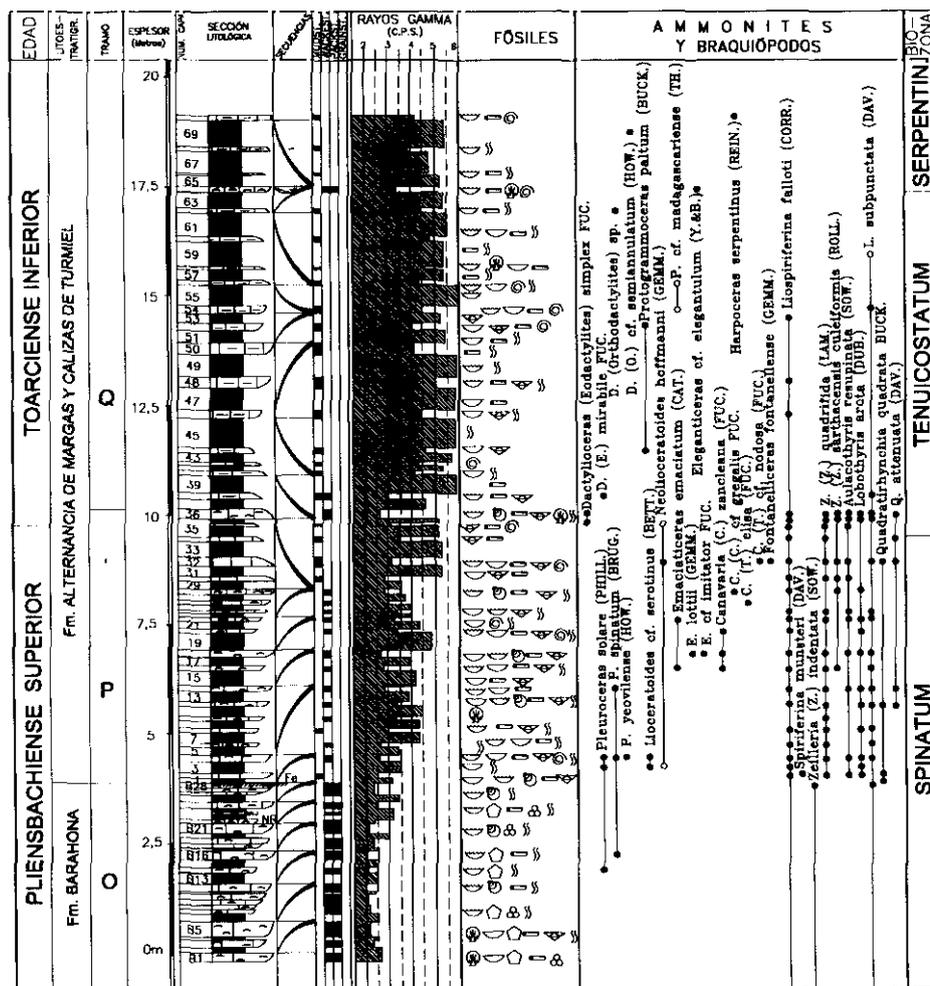


FIG. 4.—Litoestratigrafía, estratigrafía secuencial y distribución estratigráfica de ammonoideos y braquiópodos en la sección de Almonacid de la Cuba II.

FIG. 4.—Lithostratigraphy, sequence stratigraphy and range chart of ammonites and brachiopods at the section Almonacid de la Cuba II.

Formación Alternancia de margas y calizas de Turmiel

Tramo P (niveles 1-36): está constituido por una alternancia de margas y calizas *mudstone* o *wackestone* (Fig. 4). El tramo tiene un espesor de 6,1 m. Se organiza en cuatro secuencias de somerización que, en conjunto, muestran una tendencia transgresiva y una de profundización caracterizada por el aumento

en el espesor de los términos margosos hacia la parte superior de la secuencia. El fondo radiactivo aumenta de forma muy notable respecto al del tramo anterior, alcanzándose valores superiores a los 4,5 CPS en las margas de las secuencias de somerización y a los 5 CPS en las de la secuencia de profundización. Los Rayos Gamma marcan relativamente bien la ritmicidad de las margas y las calizas, así como los límites de las secuencias. Por ejemplo, en 23-28 se aprecia la neta disminución de los valores de los Rayos Gamma hacia la parte superior, mientras que en la siguiente secuencia, 29-35, que es de profundización, estos valores aumentan considerablemente en los términos superiores.

Tramo Q (niveles 37-70): representa una unidad predominantemente margosa. Está constituido por una alternancia de margas y calizas margosas *mudstone* (Fig. 4) que, en esta sección, está parcialmente cubierta por materiales terrígenos del Cenozoico que le dan un color rojo característico de esta región. Tiene un espesor visible de 8,8 m, con una organización en la que alternan secuencias de profundización (establecidas con los criterios ya citados), con secuencias de somerización. Estas últimas representan probablemente momentos de somerización relativa en un episodio general transgresivo, y se sitúan hacia la parte media de la Zona Tenuicostatum y en la base de la Zona Serpentinus. El fondo radiactivo aumenta de nuevo, alcanzándose valores de 6 CPS. Los Rayos Gamma permiten reconocer con relativa precisión la ritmicidad del tramo y los límites de las secuencias.

ASOCIACIONES DE AMMONOIDEOS Y BIOESTRATIGRAFÍA

Los ammonoideos son escasos en los materiales de la Fm. Barahona. No obstante, a unos 2 m de la base de la columna (niveles B14 y B16), dentro de esta formación, se han reconocido *Pleuroceras solare* (Phillips) y *P. spinatum* (Bruguière). Estos niveles corresponden a la Zona Spinatum y probablemente a la Subzona Solare.

Por encima, son numerosos los niveles con ammonoideos, estando representadas las familias Amaltheidae e Hildoceratidae. Entre los niveles 3 y 14 dominan los Amaltheidae (*Pleuroceras solare*, *P. spinatum*, *P. yeovilense* (Howarth)) que pueden estar asociados a Hildoceratidae de los géneros *Lioce-ratooides* y *Neoliceratooides*. A continuación, se encuentran hildoceratídeos de las subfamilias Hildoceratinae y Harpoceratinae, característicos de la Zona Spinatum (Subzona Hawskerense) del Pliensbachiense. Entre los niveles 16 y 22 son particularmente frecuentes los *Emaciatoceras* (*E. emaciatum* (Catulo), *E. lottii* (Gemmellaro), *E. cf. imitator* Fucini) y *Canavaria* (*C. (Canavaria) zancleana* (Fucini)), que caracterizan el Horizonte Emaciatum de Comas-Rengifo (1985). Por encima, entre los niveles 26 y 32, se encuentran *C. (C.) cf. gregalis* Fucini y *C. (Tauromeniceras)* como *C. (T.) elisa* (Fucini) y *C. (T.) cf. nodosa* (Fucini). Estas especies son características del Horizonte Elisa de Comas-Rengifo (*op.*

cit.). Ambos Horizontes, Emaciatum y Elisa, pueden ser correlacionados, en su conjunto, con la Subzona Elisa de la Zona Emaciatum definida por Braga (1983) en las Cordilleras Béticas. Excepcionalmente, en el nivel 32, se ha encontrado *Fontanelliceras fontanellense* (Gemmellaro); esta especie tiene un amplio registro en las Cordilleras Béticas y en otras cuencas alpinas, pero es muy rara en la Cordillera Ibérica. En los niveles 35.2 y 36 se han registrado representantes de *Dactylioceras* (*Eodactylites*), como *D. (E.) simplex* Fucini y en el nivel 38 *D. (E.) mirabile* Fucini; estas especies pueden estar asociadas a harpoceratinos y caracterizan la Zona Tenuicostatum (Subzona Mirabile) del Toarciense.

A partir del nivel 44 se han encontrado ejemplares del género *Protogrammoceras*, como *P. paltum* (Buckman) y escasos *Neolioceratoides*. Por encima del nivel 52, los ammonoideos son poco frecuentes, habiéndose reconocido ejemplares de *Protogrammoceras* del grupo de *P. madagascariense* (Thevenin) (niveles 54 y 56). Esta especie es frecuente en la Zona Tenuicostatum (Subzona Semicelatum) en la Cordillera Ibérica. Asimismo, se han registrado *Dactylioceras* (*Orthodactylites*) (nivel 62) y *Elegantoceras* cf. *elegantulum* (Young & Bird) (nivel 64). En el último nivel reconocido se encuentra *Harpoceras serpentinus* (Reinecke), especie índice de la Zona Serpentinus.

ASOCIACIONES DE BRAQUIÓPODOS

El tránsito Pliensbachiense/Toarciense está caracterizado por un claro aumento en la abundancia y en la diversidad de los braquiópodos que se detecta, fundamentalmente, en la parte superior de la Zona Spinatum. En esta zona se ha registrado un gran número de especies de braquiópodos: *Liospiriferina falloti* (Corroy), *Spiriferina munsteri* (Davidson), *Zeilleria* (*Zeilleria*) *indentata* (Sowerby), *Z. (Z.) quadrifida* (Lamarck), *Z. (Z.) sarthacensis culeiformis* (Rollier), *Aulacothyris resupinata* (Sowerby), *Lobothyris* gr. *punctata* (Sowerby), *L. arcta* (Dubar), *L. subpunctata* (Davidson), *Quadratrirhynchia quadrata* Buckman y *Q. attenuata* (Davidson). Sin embargo, algunas especies presentes en esta zona (*Quadratrirhynchia quadrata*, *Zeilleria* (*Zeilleria*) *indentata* y *Spiriferina munsteri*) no alcanzan la Zona Tenuicostatum.

Los zeilléridos son muy abundantes en la parte superior de la Zona Spinatum (niveles 31, 32 y 35), al igual que en la base de la Zona Tenuicostatum, donde se registran las especies *Zeilleria* (*Zeilleria*) *quadrifida*, *Z. (Z.) sarthacensis culeiformis* y *Aulacothyris resupinata*.

Entre los espiriferidos, solamente *Liospiriferina falloti* extiende su distribución hasta el Toarciense basal, registrándose su última aparición en el nivel 54.

Los únicos representantes de la Superfamilia Terebratulacea son los *Lobothyris* (*L. arcta* y *L. subpunctata*), que presentan un registro continuo en la parte superior de la Zona Spinatum, disminuyendo su representación en el tránsito al Toarciense. Los últimos *L. arcta* registrados proceden del nivel 36, a

diferencia de lo que ocurre en otras áreas próximas de la Cuenca Ibérica donde persiste durante toda la Zona Tenuicostatum. La distribución de *L. subpunctata* alcanza la parte superior de la Zona Tenuicostatum (nivel 59), como también suele ser habitual.

Los rinconélidos sólo están representados por dos especies del género *Quadratirhynchia*, *Q. quadrata*, que no se registra en el Toarciense, y *Q. attenuata*, cuyo último registro procede de la parte inferior de la Zona Tenuicostatum (nivel 36).

Estas variaciones en el registro parecen reflejar cambios en las condiciones de sedimentación en la cuenca (paso de facies carbonáticas a facies con un claro predominio margoso) que favorecen el desarrollo de terebratulídeos y zeilléridos en el Pliensbachiense superior (Zona Spinatum, Subzona Hawskerense) y en la base del Toarciense (Zona Tenuicostatum, Subzona Mirabile).

ASOCIACIONES DE FORAMINÍFEROS

Para el tránsito Pliensbachiense/Toarciense en esta sección se han estudiado 12 levigados de los niveles margosos señalados con un círculo en la Fig. 5. Las muestras, predominantemente arcillosas, han proporcionado ricas y variadas asociaciones de representantes del orden Foraminiferida. Así, se han extraído 5.483 ejemplares y se ha identificado un total de 66 taxones. El número mínimo de ejemplares por muestra es de 310 (nivel 61) y el número máximo es 680 (nivel 55). Respecto a las especies, y si exceptuamos la asociación del nivel 61 en la que se han reconocido sólo 15 taxones, el número mínimo de especies por muestra es de 25 (nivel 9) y el número máximo es de 39 (nivel 35.1).

El estado de conservación de los ejemplares, aunque en líneas generales puede calificarse como bueno, varía en las distintas muestras. De esta manera, los niveles 3, 21, 35.1, 37 y 55 presentan ejemplares con buena a muy buena conservación; los niveles 9, 15, 27, 31 y 49 contienen especímenes con moderada a buena conservación y por último, los niveles 43 y 61 presentan ejemplares con una conservación de regular a moderada. En el segundo caso son comunes los foraminíferos con grado medio de fragmentación y en el tercero son muy comunes, sobre todo en la fracción mayor de 0,125 mm, las costras de carbonato que enmascaran total o parcialmente la morfología de los ejemplares y dificultando, en algunos casos, la identificación a nivel específico. Además, en algunos ejemplares, se ha observado bioerosión, disolución de las conchas, deformación plástica y corrosión de la superficie de la concha. Respecto a los estadios ontogenéticos presentes en las muestras estudiadas, en todas ellas se han identificado ejemplares juveniles y adultos de la mayor parte de las especies reconocidas.

En el intervalo estudiado (Zona Spinatum, Subzona Hawskerense a Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum) se han extraído ejemplares asignables a

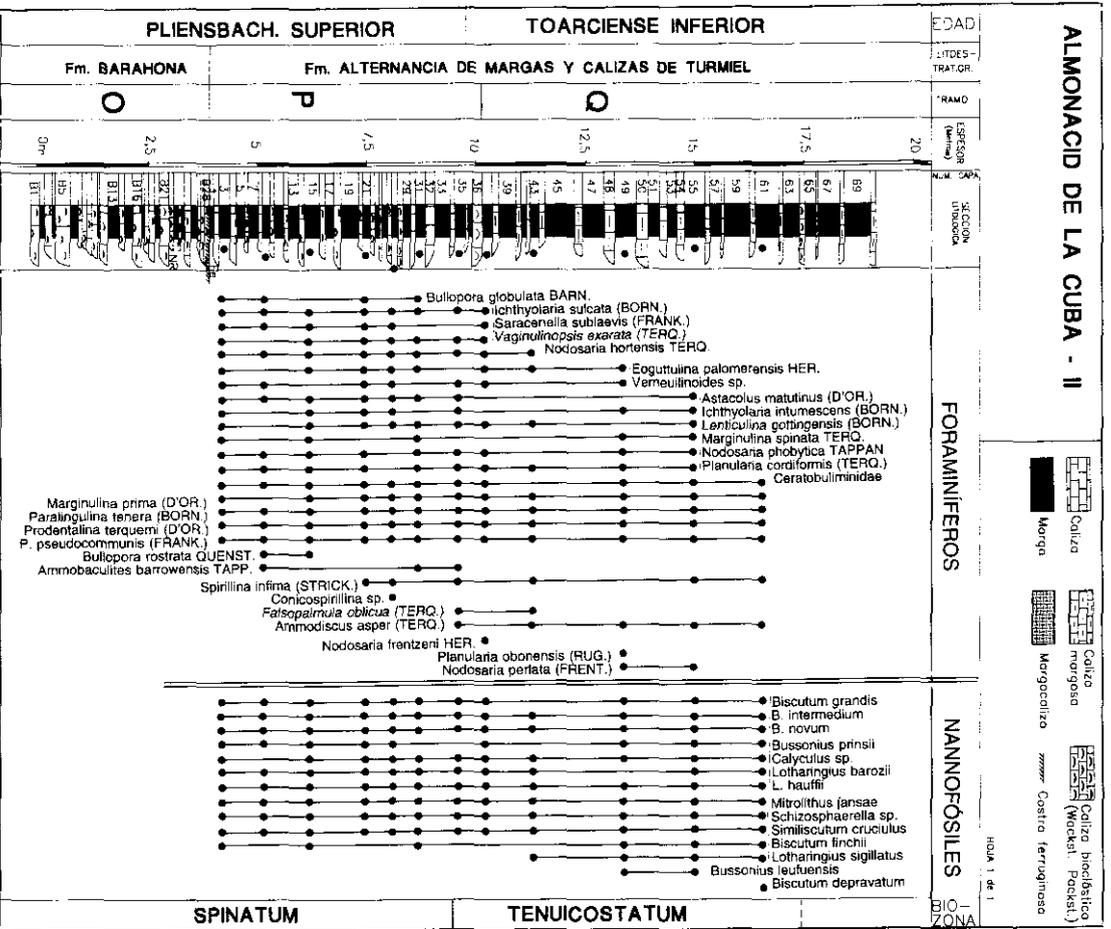


Fig. 5.—Asociaciones de foraminíferos y nanoplacton en la sección de Almonacid de la Cuba II.
Fig. 5.—Foraminiferal and nanoplankton range chart at the section Almonacid de la Cuba II.

los subórdenes Textularina, Spirillinina, Lagena y Robertinina. En la Fig. 5 se indica la distribución estratigráfica de algunas de las especies reconocidas. Los foraminíferos aglutinados (Textularina) tienen escasa representación. Se han identificado tres taxones de los cuales *Ammobaculites barrowensis* Tappan y *Ammo-*

baculites sp. tienen su registro básicamente en la Zona Spinatum, mientras que *Ammodiscus asper* (Terquem) ha sido registrado en materiales de la Zona Tenuicostatum. Esta última especie presenta un máximo de abundancia relativa en el nivel 35.1. El suborden Spirillinina tiene también escasa y discontinua representación. Se han identificado dos taxones, *Conicospirillina* sp. que ha sido registrada sólo en el nivel 27 y *Spirillina infima* (Strickland) registrada desde la parte superior de la Subzona Hawkerense, Zona Spinatum, al techo de la Subzona Semiceatum, Zona Tenuicostatum. El suborden Robertinina, familia Ceratobuliminidae, ha sido identificado en todas las muestras exceptuando en el nivel 43. La asignación taxonómica ha podido ser realizada exclusivamente a nivel de familia ya que los ejemplares aislados se conservan como moldes internos.

El suborden Lagenina domina en todas las asociaciones. En número de especies los géneros mejor representados son *Ichthyolaria*, *Nodosaria* y *Prodentalina*. En cuanto al número de ejemplares, destacan por su abundancia los géneros *Astacolus*, *Lenticulina* y *Paralingulina*. La mayor parte de las especies identificadas presenta un registro muy continuo a lo largo del intervalo analizado. Así, especies como *Prodentalina terquemi* (Terquem), *Paralingulina tenera* (Bornemann) o *Prodentalina pseudocommunis* (Franke) están presentes en todas las muestras. Otras especies, como *Prodentalina subsiliqua* (Franke), *Marginulina prima* D'Orbigny, *Planularia protracta* (Bornemann), *Eoguttulina liassica* (Strickland) o *Lenticulina bochari* (Terquem) están presentes en todo el intervalo estudiado, aunque no en todas las muestras.

Respecto a las distribuciones estratigráficas cabe señalar que especies típicamente pliensbachienses, como *Prodentalina matutina* (D'Orbigny), *Paralingulina tenera* (Bornemann), *Planularia inaequistriata* (Terquem), *Ichthyolaria sulcata* (Bornemann), *I. intumescens* (Bornemann), *Marginulina prima* D'Orbigny, *M. spinata* Terquem, *Astacolus speciosus* (Terquem) o *Saracenella sublaevis* (Franke), se registran casi de forma continua y sin variaciones significativas, en cuanto a sus abundancias relativas, en los materiales del tránsito Pliensbachiense/Toarciense. Por último indicar que especies típicamente toarcienses como *Planularia obonensis* (Rugé) tienen su primer registro en la parte superior de la Subzona Mirabile, Zona Tenuicostatum.

ASOCIACIONES DE NANNOPLACTON

Se ha realizado un estudio preliminar de calcáreos a partir de 12 muestras procedentes de los mismos niveles señalados en el apartado anterior y correspondientes a la parte superior de la Zona Spinatum (Pliensbachiense superior) y la Zona Tenuicostatum (Toarciense inferior).

Se han preparado láminas transparentes sin aplicar técnicas ni de centrifugación ni de ultrasonido con el objeto de mantener el conjunto original de los calcáreos en relación con otros componentes. Los análisis semicuantitativos se

han realizado con un microscopio de luz polarizada de 1250 aumentos. Todas las muestras han proporcionado asociaciones, cuya conservación varía de media a buena dependiendo de la litología. Se ha identificado un total de 19 taxones a lo largo de la sección. Generalmente, en cada una de las muestras, están presentes más de 15 especies. En la Fig. 5 se incluyen los taxones más representativos.

Las asociaciones están caracterizadas por la presencia de los géneros *Mitrolithus*, *Lotharingius* y *Biscutum* (Fig. 5). En concreto, y desde la primera muestra estudiada, *Mitrolithus jansae* (Wiegand, 1984) Bown & Young in Young et al. 1986, *Lotharingius hauffii* Grün & Sweili, 1980 in Grün et al., 1974 y *Biscutum novum* (Goy, 1979) Bown, 1987 son las especies dominantes. Asimismo, *Similiscutum cruciulum* De Kaenel & Bergen, 1993, *Biscutum intermedium* Bown, 1987 y *Biscutum grandis* Bown, 1987 están presentes desde la base de la sección. En relación a la abundancia relativa, las primeras especies son escasas/comunes, mientras que las dos últimas son raras o escasas. Además, las asociaciones incluyen raros a escasos ejemplares de *Schizosphaerella* sp. y *Calyculus* sp.; muy raros a escasos ejemplares de *Crepidolithus cavus* Rood, Hay & Barnard, 1973, *Crepidolithus crassus* (Deflandre, 1954) Noel, 1965 y *Tubirhabdus patulus* Prins ex Rood, Hay, & Barnard, 1973 y muy escasos ejemplares de *Parhabdololithus liasicus* Deflandre 1952, *Biscutum dubium* (Noel, 1965) Grün in Grün et al., 1974 y *Microlithus lenticularis*. Desde la parte inferior de la sección se han identificado también raros a escasos ejemplares de *Lotharingius barozii* Noel, 1973, *Bussonius prinsii* (Noel, 1973) Goy, 1979 y *Biscutum finchii* (Crux, 1979) Bown, 1987. Por encima del límite Pliensbachiense/Toarciense se han registrado muy raros a raros ejemplares de *Lotharingius sigillatus* (Stradner, 1961) Prins in Grün et al., 1974, *Bussonius leufeuensis* Bown & Kielbowicz, 1987 y *Biscutum depravatum* Bown, 1987.

Comparando con otros estudios bioestratigráficos previos realizados sobre materiales del Jurásico Inferior, este trabajo preliminar permite concluir que el intervalo muestreado está situado por encima de la primera aparición de *Lotharingius hauffii* y por debajo de la última aparición de *Mitrolithus jansae*. Por otro lado, las especies *Mitrolithus jansae*, *Lotharingius hauffii*, *Biscutum novum* y *Similiscutum cruciulum*, junto con *Schizosphaerella* sp. y *Calyculus* sp. son muy abundantes en las asociaciones, y su abundancia relativa no varía significativamente en el tránsito Pliensbachiense/Toarciense. Desde la base de la sección también están presentes *Lotharingius barozii*, *Biscutum intermedium*, *Biscutum grandis*, *Biscutum finchii* y *Bussonius prinsii*. Por último, la primera aparición de *Lotharingius sigillatus* y *Bussonius leufeuensis* tiene lugar por encima del límite Pliensbachiense/Toarciense.

Por tanto, el límite Pliensbachiense/Toarciense está situado por encima de la primera aparición de *Lotharingius barozii*, *Biscutum intermedium*, *Biscutum grandis*, *Biscutum finchii* y *Bussonius prinsii* y por debajo de la primera aparición de *Lotharingius sigillatus* y *Bussonius leufeuensis*.

CONCLUSIONES

En la región de Almonacid de la Cuba los materiales del Pliensbachiense tienen un gran espesor (más de 135 m). En general, se organizan en secuencias de somerización estratocrecientes que pueden terminar con un *hardground* o con una pequeña costra ferruginosa. En algunos episodios de la Zona Ibex y en el techo de la Zona Spinatum se registran secuencias de profundización, caracterizadas por el aumento de los niveles margosos hacia la parte superior de la secuencia.

Las asociaciones registradas de ammonoideos han permitido caracterizar nueve horizontes del Pliensbachiense inferior (Rotundum, Brevispina, Jamesoni, Maugenesti, Evolutum, Luridum, Maculatum, Capricornus y Davoei), seis horizontes del Pliensbachiense superior (Monestieri, Celebratum, Lusitanicum, Hawskerense, Emaciatum y Elisa), la mayoría de los cuales pueden ser correlacionados con los reconocidos en otras cuencas europeas. Sin embargo, no han podido ser caracterizados los horizontes de la Zona Margaritatus, conocidos en otros puntos de la cuenca, por la casi total ausencia de ammonoideos en los materiales de esta zona.

En esta región, los materiales del tránsito Pliensbachiense/Toarciense también presentan un notable desarrollo. Los de la Zona Spinatum se organizan en varias secuencias de somerización y una final de profundización que en conjunto muestran una tendencia transgresiva; y los de la Zona Tenuicostatum presentan una organización en la que alternan secuencias de profundización con secuencias de somerización en un contexto general transgresivo.

En dicho tránsito, las asociaciones registradas de ammonoideos están caracterizadas, respectivamente, por la presencia de *Pleuroceras* y *Canavaria* de la Zona Spinatum, y por *Dactylioceras* (*Eodactylites*) y *Dactylioceras* (*Orthodactylites*) de la Zona Tenuicostatum.

Entre los braquiópodos se han reconocido taxones pertenecientes a los órdenes Spiriferida, Rhynchonellida y Terebratulida. En el Pliensbachiense la máxima abundancia corresponde a la Zona Jamesoni y contrasta con el registro mínimo de la Zona Ibex donde también es mínima la diversidad taxonómica. Ésta aumenta relativamente en la Zona Davoei, es muy pequeña en la Zona Stokesi y Margaritatus y alcanza los máximos valores en el tránsito Pliensbachiense/Toarciense. Al final de la Zona Tenuicostatum se extinguen los Spiriferida y se renuevan totalmente los Rhynchonellida.

En la sección de Almonacid de la Cuba II, desde la Zona Spinatum (Subzona Hawskerense) hasta la base de la Zona Tenuicostatum (Subzona Semicelatum), las asociaciones de foraminíferos y de nannoplancton calcáreo son ricas en número de ejemplares y diversificadas en número de taxones. En ambos casos no se producen renovaciones significativas en el límite Pliensbachiense/Toarciense).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos PB91-0383 y PB93-0459 de la DGICYT. Los autores agradecen a los Doctores Ángel L. Cortés, Guillermo Meléndez y Leandro Sequeiros la lectura crítica del manuscrito y sus acertadas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAGA, J., (1983): *Ammonites del Domerense de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas, Sur de España)*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 410 pp.
- CÓLERA, I., RIVAS, P., SEQUEIROS, L. & VALENZUELA, R., (1978): Algunos *Metaderoceras* (Ammonitina) del Lías inferior de Almonacid de la Cuba (provincia de Zaragoza, Cordillera Ibérica). *Estudios Geológicos*, 34: 309-317.
- COMAS-RENGIFO, M. J., (1985): *El Pliensbachiense de la Cordillera Ibérica*. Colección Tesis Complutense de Madrid, 19/85: 591 pp.
- DOMMERMUES, J. L., (1987): L'évolution chez les Ammonitina du Lias moyen (Carixian-Domerian basal) en Europe occidentale. *Documents des Laboratoires de Géologie Lyon*, 98: 1-272.
- DOMMERMUES, J. L. & MEISTER, C., (1987): La biostratigraphie des ammonites du Carixien (Jurassique inférieur) d'Europe occidentale: un test de la méthode des associations unitaires. *Eclogae Geologica Helvetica*, 80: 919-938.
- GOY, A., GÓMEZ, J. J. & YÉBENES, A., (1976): El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Mitad Norte). I. Unidades litoestratigráficas. *Estudios Geológicos*, 32: 391-423.
- LENDÍNEZ GONZÁLEZ, A. & RUÍZ FERNÁNDEZ DE LA LOPA, V., (1989): *Mapa geológico de España, escala 1:50.000 (20 Serie). Hoja 440 (Belchite)*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid. 42 pp.
- MEISTER, C., (1986): Les ammonites du Carixien des Causses (France). *Mémoires suisses de Paléontologie*, 109: 1-209.
- MEISTER, C., BLAU, J. & BÖHM, F., (1994): Ammonite biostratigraphy of the Pliensbachian stage in the Upper Austroalpine Jurassic. *Eclogae Geologica Helvetica*, 87, 1: 139-155.
- RODRÍGUEZ, R., (1986): *Dactyloceratidae de la Zona Tenuicostatum de la Cordillera Ibérica*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Geológicas, U.C.M., 135 pp.
- SEQUEIROS, L., CÓLERA, I., VALENZUELA, R. & SÁNCHEZ, I., (1978): Bioestratigrafía del Jurásico (Lías y Dogger) en el sector Belchite-Almonacid de la Cuba (prov. de Zaragoza, Cordillera Ibérica). *Estudios Geológicos*, 34: 293-298.
- YÉBENES, A., COMAS-RENGIFO, A., GÓMEZ, J. J. & GOY, A., (1988): Unidades tectonosedimentarias en el Lías de la Cordillera Ibérica. *Abstracts III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España*: 108-109.

Manuscrito recibido: 10 de junio de 1998

Aceptado: 31 de marzo de 1998