I. Zamarreño (*), R. Vegas (**) & F. Moreno (**).–EL NIVEL CARBONATADO DE LOS NAVALUCILLOS Y SU POSICION EN LA SUCESION CAMBRICA DE LOS MONTES DE TOLEDO OCCIDENTALES (CENTRO DE ESPAÑA).

Desde el primer esquema estratigráfico propuesto por LOTZE en 1956 se han hecho pocos progresos para establecer un perfil cronoestratigráfico para el Cámbrico inferior de los Montes de Toledo. En ausencia prácticamente de fósiles, el nivel carbonatado fue utilizado para establecer el cuadro estratigráfico haciéndole equivalente a las «calizas con arqueociatos» de Andalucía y Sierra Morena occidental (LOTZE 1961, VEGAS 1971). Los hallazgos posteriores de escasos trilobites y de arqueociatos (APARICIO YAGÜE & GIL CID 1972, MARTÍN ESCORZA & PEREJÓN 1972. MARTÍN ESCORZA 1974) tienden a confirmar el primitivo esquema de LOTZE. Por otra parte, se ha podido determinar que sólo está representado el Cámbrico inferior al menos en los Montes de Toledo occidentales. Este Cámbrico inferior está delimitado en la base por materiales turbidíticos –olistostromas, «pebbly mudstones»– del Precámbrico superior (MORENO, 1974, 1975; PARGA & VEGAS, 1971); mientras en el techo está siempre separado mediante una discordancia angular de las capas detríticas de aguas someras (con afinidades de «red beds») de edad Tremadoc medio a superior (MORENO, VEGAS & MARCOS, 1976).

El Cámbrico inferior en los Montes de Toledo occidentales.–Una división cronoestratigráfica general para el Cámbrico inferior de los Montes de Toledo occidentales ha podido ser establecida tras el hallazgo en una serie continua de la asociación trilobites-arqueociatos en una reciente excursión a la región de Los Navalucillos (fig. 1) en la zona de Tesis doctoral de uno de los autores (F. M.). En la obtención de este corte hemos tenido en cuenta además la continuidad de las unidades litológicas descritas por SAN JOSÉ LANCHA et al. (1974) y la posibilidad de considerar como elementos de correlación los niveles carbonatados y los tramos de cuarcitas con abundantes huellas de *Astropolithon* (MORENO et al. 1976).

El cuadro estratigráfico para el Cámbrico inferior de esta región puede quedar establecido tal como se muestra en la fig. 2. La denominación Soleras proviene del camino de las Soleras donde existe el mejor afloramiento de la región; Navalucillos corresponde a la localidad del mismo nombre y Gévalo a la garganta del río Gévalo donde aparece bien expuesta toda la formación (véase fig. 1). Para la denominación Pusa utilizamos el nombre ya usado por SAN JOSÉ LANCHA et al. (1974) por su buena definición y para Cortijos hemos preferido conservar un nombre muy significativo en toda la región centro-ibérica. Implícitamente correlacionamos las «areniscas de *Ellipsocephalus*» de Los Cortijos con los materiales de la misma naturaleza y posición sobre las arcillitas y pizarras en las regiones de Los Navalmorales y Urda. En esta última, las areniscas contienen una fauna asimilable a la de Los Cortijos (MARTÍN ESCORZA, 1974).

(*) Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo.
(**) Departamento de Geomorfología y Geotectónica. Facultad de Ciencias. Universidad Complutense. Madrid.

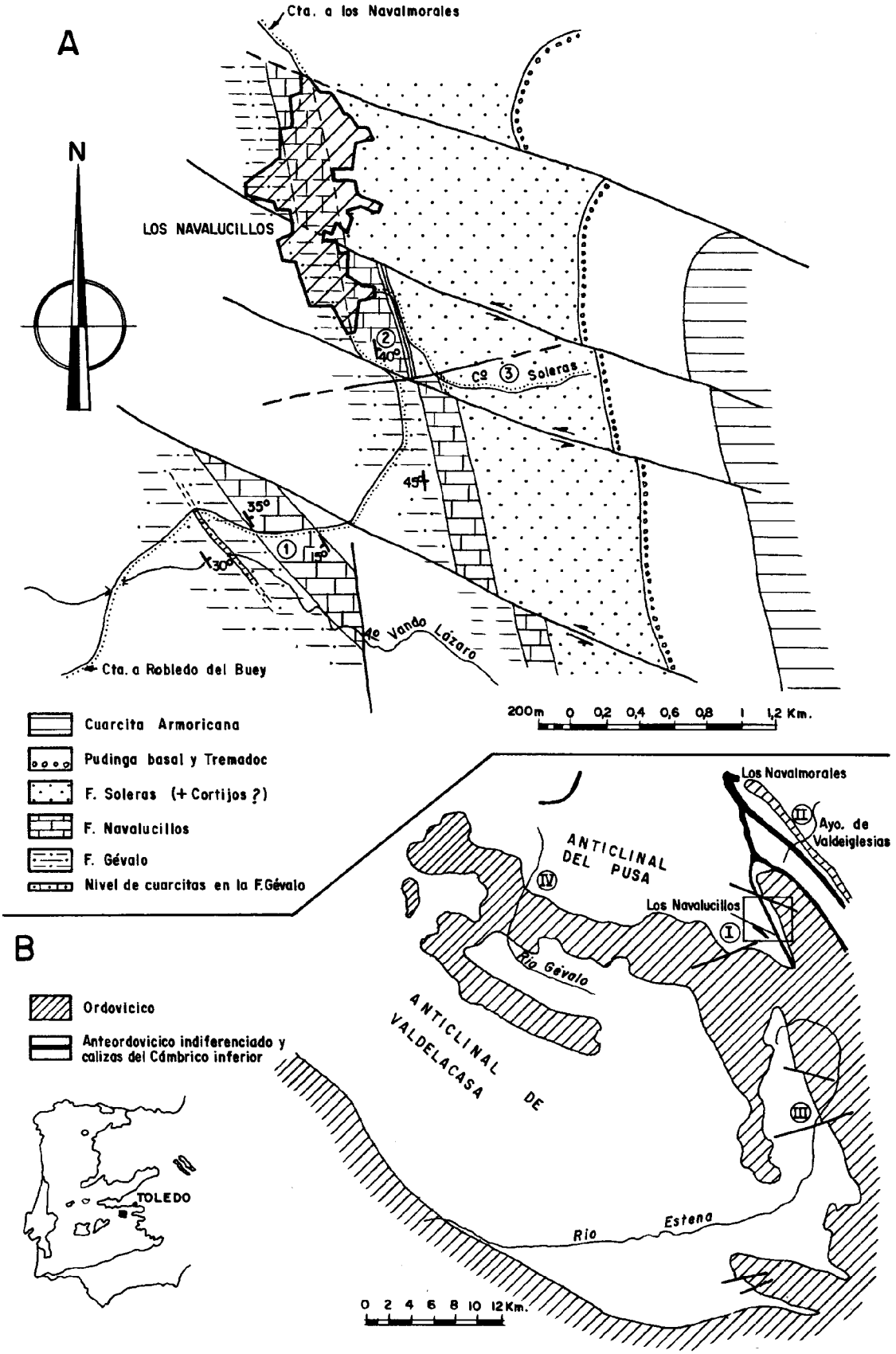

Fig. 1.–A) Esquema geológico de los alrededores de Los Navalucillos con la situación de la formación carbonatada del Cámbrico inferior. Los números en un círculo indican la posición de las series parciales descritas en el texto. B) Situación regional del área de Los Navalucillos; el recuadro equivale a la extensión de 1A. Los números romanos en un círculo corresponden a las localidades de la fig. 2.

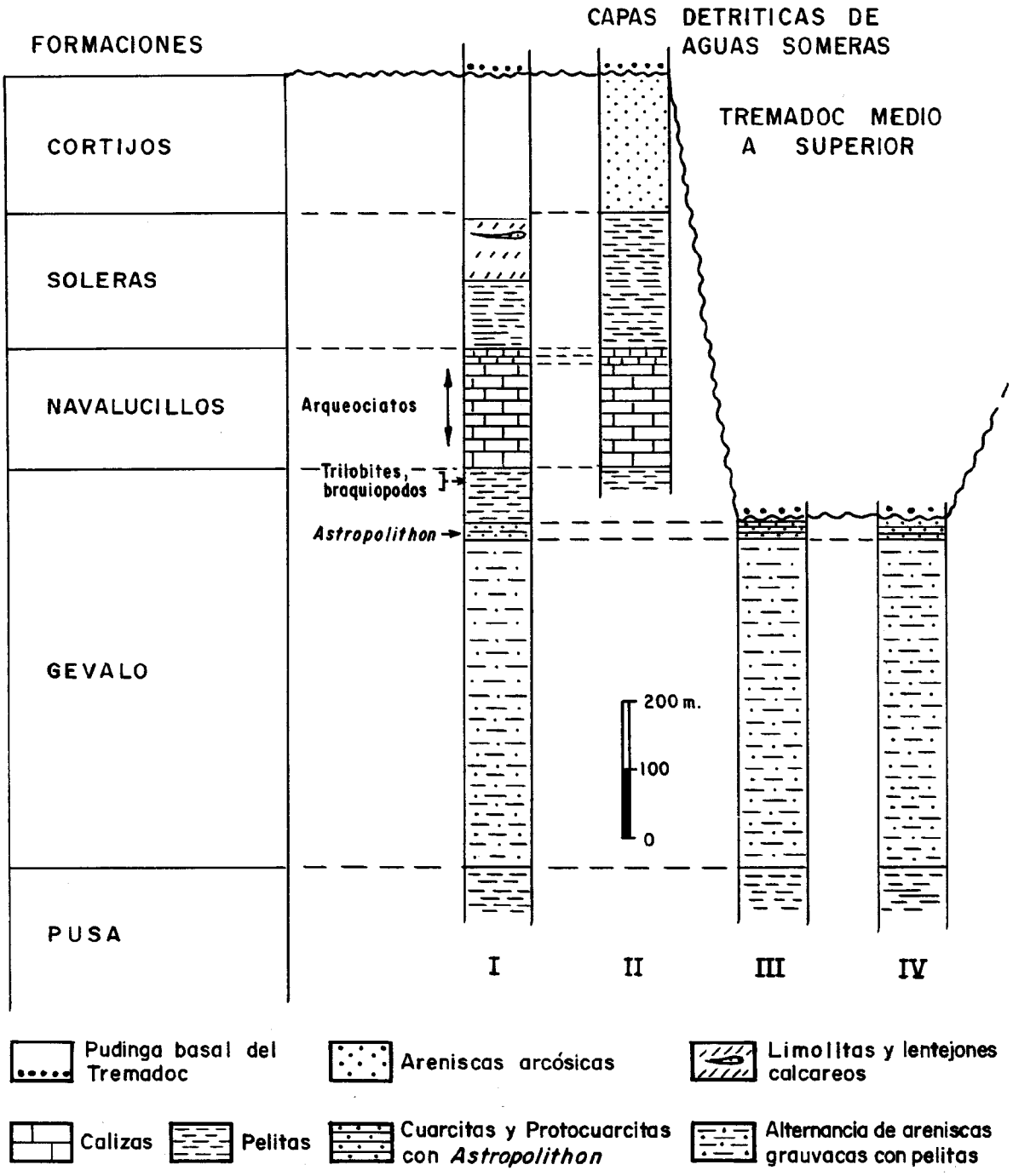

Fig. 2.–Columnas estratigráficas esquemáticas del Cámbrico inferior de los Montes de Toledo occidentales. I, Los Navalucillos; II, Arroyo de Valdeiglesias; III, Río Estena; IV, Río Gévalo.

El Cámbrico en la región de los Navalucillos.–La sucesión cámbrica de esta localidad es sin duda la más completa de toda la región (fig. 1 A; fig. 2, col. I).

Bajo las capas conglomeráticas del Tremadoc afloran las siguientes unidades litológicas (de techo a muro):

Formación Soleras, con afloramientos esporádicos a lo largo del camino del mismo nombre (loc. 3 de la fig. 1) que permiten establecer los siguientes términos de muro a techo:

1) Tramo de pelitas grises homogéneas, de afloramiento intermitente durante unos 80-100 m de serie parcialmente cubierta.

2) Tramo de limolitas amarillentas con lentejones de calizas que llegan a formar en el techo del tramo un episodio calizo de unos 8 m. Espesor total 50 a 70 m.

3) Siguen unos pocos metros de limolitas amarillas y unos 200 m de serie totalmente cubierta por derrubios hasta llegar a la pudinga basal del Tremadoc (¿inclusión de la Formación Cortijos?).

Formación Navalucillos, que constituye el nivel carbonatado común a todo el Cámbrico inferior centro y suribérico y cuya importancia viene determinada por su continuidad y contenido en arqueociatos. En esta región se compone de 150 m de calizas y dolomías alternando con limolitas y pelitas, especialmente abundantes en la parte inferior de la formación. Se toma como base la aparición del primer nivel de calizas y como techo las últimas calizas antes de la aparición de pelitas con un espesor de varias decenas de metros, que ya pertenecen a la Formación Soleras (loc. 1 y 2, fig. 1 A).

Formación Gévalo, constituida por unos 600 m de alternancias de pelitas, grauvacas, areniscas y cuarcitas con *Astropolithon*, formando estas últimas un horizonte hacia el techo (fig. 1 A) a partir del cual se dispone un episodio de naturaleza pelítica que ha proporcionado restos de trilobites, inmediatamente por debajo de la Formación Navalucillos.

Formación Pusa, de naturaleza pelítica y muy monótona (puede alcanzar más de 1000 m) aflora en esta región constituyendo el núcleo del anticlinal del Pusa (fig. 1 B) sin que sea posible apreciar aquí su potencia.

Dentro de esta sucesión hemos encontrado arqueociatos abundantes en Navalucillos y trilobites en el tramo pelítico superior de Gévalo. Ambos yacimientos están en perfecta sucesión (loc. 1, fig. 1 A) y constituyen para el Centro de la Península la primera asociación trilobites-arqueociatos y el primer hallazgo de aquéllos bajo los niveles de calizas con arqueociatos. En el mismo yacimiento de trilobites hemos encontrado un braquiópodo que podemos asimilar a la cita de *Ecardines* por LOTZE (1966, p. 1206) y en el nivel cuarcítico de la misma sucesión un posible *Astropolithon*.

Dada la escasez de fauna no es posible una datación muy precisa pero considerando todos los datos de que se dispone en la región de los Montes de Toledo, puede establecerse un principio de datación y correlación. Por una parte por debajo de las calizas se ha encontrado *Astropolithon*, que en el N de la Península se encuentra siempre por debajo de la formación de calizas y dolomías que existe también en dicho sector de la Península (Formación Láncara-Vegadeo). Por otra parte, los trilobites encontrados en las pelitas inmediatamente por debajo de la Formación Navalucillos son Redliichidae que si bien no han podido ser determinados no parecen corresponder, según SDZUY (comunicación personal), a géneros propios del Marianiense ni del Bilbiliense (nomenclatura de SDZUY 1971) sino que podrían ser más antiguos; teniendo en cuenta la fauna hallada en la Rinconada, en Salamanca, en una posición estratigráfica similar (GARCÍA DE FIGUEROLA & MARTÍNEZ-GARCÍA 1972) puede pensarse que la edad de los niveles inmediatamente por debajo de la Formación Navalucillos podría corresponder al Ovetiense de SDZUY (1971).

Por encima de la Formación Navalucillos, las faunas de trilobites se limitan a la antigua fauna de Los Cortijos de Malagón, encontrada por CASIANO DE PRADO (1855) y redescubierta por WEGGEN (*in* LOTZE 1961, p. 427-430) y un trilobite encontrado cerca de Totanés (APARICIO YAGÜE & GIL CID 1972). El ejemplar encontrado en Totanés es un *Serrodiscus* y debe corresponder en edad a las faunas de las Pizarras de Huérmeda (formación que se superpone al nivel carbonatado denominado allí Dolomía de Ribota) de la Cordillera Ibérica. La fauna de Los Cortijos de Malagón, es más moderna (SDZUY 1971). Aunque la posición estratigráfica del ejemplar de Totanés no se conoce con precisión, puede afirmarse que, al igual que la fauna de Los Cortijos, es superior a la Formación Navalucillos, por

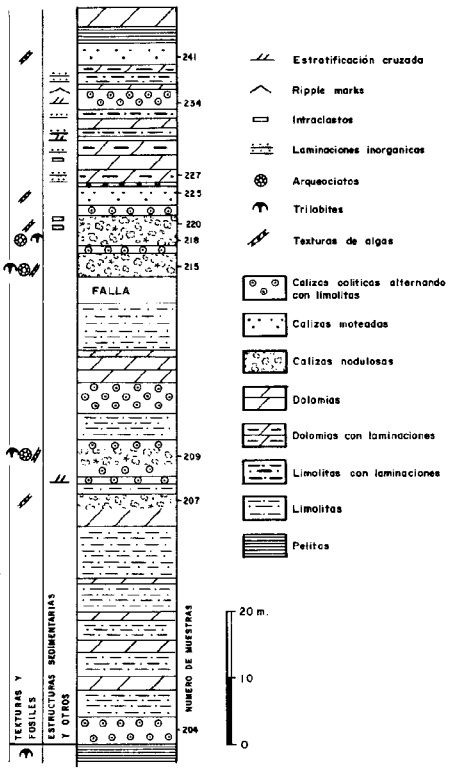

Fig. 3.–Columna estratigráfica de la Formación Navalucillos en la carretera de Los Navalucillos a Robledo del buey.

tanto puede pensarse que, por lo menos a grandes rasgos la edad del techo de la Formación Navalucillos debe ser similar a la del techo de la Dolomía de Ribota, en la Cordillera Ibérica y de las calizas de la zona de Ossa-Morena. Los arqueociatos encontrados en la Formación Navalucillos, aunque no han permitido aportar mayores precisiones, no están en contradicción con las conclusiones aquí expuestas (PEREJON et al. 1976).

Características de la Formación Navalucillos.–La sucesión carbonatada cuyo estudio constituye el objeto esencial de esta nota aflora a lo largo de la carretera de Los Navalucillos a Robledo del Buey y alcanza un espesor de unos 107 m (fig. 1 A, 1) aunque faltan algunos niveles del techo de la formación. Estos niveles se observan bien en el cerro junto al pueblo de Los Navalucillos, por debajo del lavadero (fig. 1 A, 2) y están formados por unos 43 m de calizas alternando con pelitas y limolitas siendo las calizas predominantes. Por tanto el espesor total de la Formación Navalucillos para esta zona puede evaluarse en unos 150 m.

Aunque debido a la dolomitización o a la recristalización la preservación de las estructuras originales es deficiente, el estudio de este corte permite dar a conocer ciertas características de la Formación Navalucillos que hasta el presente no habían sido puestas de manifiesto. Estas características se refieren únicamente a los 107 m que afloran en la carretera de los Navalucillos a Robledo del Buey.

Desde el punto de vista litológico hay que destacar en esta sucesión la abundancia de calizas oolíticas asociadas a calizas con textura nodulosa conte-

niendo arqueociatos así como la existencia de dolomías y limolitas con abundantes laminaciones (fig. 3). Su distribución permite distinguir dos partes en la sucesión. Una parte inferior, de unos 77 m de espesor, constituida por limolitas verdes compactas, alternando con dolomías marrones, calizas oolíticas y calizas con textura nodulosa. Las calizas oolíticas se presentan en niveles de 1 m a 5,50 m de espesor en los que capas delgadas de calizas oolíticas dolomitizadas alternan con limolitas verdes; en ocasiones existen también calizas gris azuladas con textura nodulosa que contienen arqueociatos (muestra 209). En alguno de los niveles de oolitos son frecuentes las estratificaciones cruzadas a pequeña escala. Las calizas con textura nodulosa son de tonalidad gris azulada y forman bancos potentes de unos 2 m a 5 m de espesor. Contienen abundantes arqueociatos (niveles muestras 207, 215 y 218) y a veces están algo dolomitizadas.

Por encima del tramo descrito existen en el corte de la carretera de Los Navalucillos a Robledo del Buey unos 30 m de dolomías y limolitas con laminaciones, calizas oolíticas con abundante estratificación cruzada y ripple marks a pequeña escala y calizas moteadas masivas de color gris azulado. El rasgo dominante de esta parte de la sucesión son las laminaciones que presentan tanto los niveles carbonatados (dolomías amarillas) como los terrígenos con los cuales se hallan interestratificados y que forman la mayor parte del tramo. Las calizas oolíticas (dolomitizadas) son los constituyentes que siguen en importancia y al igual que en la parte baja de la sucesión forman niveles que oscilan entre 0,25 m y 3 m de espesor, en los cuales finas capas de calizas oolíticas se presentan interestratificadas con limolitas. Son muy frecuentes en los niveles de oolitos la estratificación cruzada y los ripple marks de pequeña escala. Las calizas oolíticas están siempre dolomitizadas. Las calizas gris azuladas masivas forman dos bancos de 3 m de espesor (muestras 225 y 241) que presentan un moteado negro bien visible a simple vista y muy característico de las calizas con algas (fig. 5c).

Tipos de facies carbonatadas en la Formación Navalucillos.–Es posible establecer 2 tipos principales de facies carbonatadas basándose tanto en sus características litológicas (macroscópicas) como petrográficas: 1) facies oolíticas y de calizas nodulosas y 2) facies de dolomías con laminaciones y calizas oolíticas. Estos dos tipos de facies muestran una distribución muy localizada en la sucesión. Así, las primeras constituyen la parte inferior (y más potente) de la sucesión y las facies con laminaciones (y oolitos) se sitúan por encima, en los 30 m restantes de la sucesión (fig. 3).

Las *facies oolíticas y de calizas nodulosas* se caracterizan por la abundancia de calizas oolíticas, calizas con textura nodulosa y por su riqueza en fauna (arqueociatos y trilobites). En esta facies los niveles alternan con limolitas verdes compactas.

Las calizas oolíticas están muy dolomitizadas. Los oolitos muestran un buen calibrado (sorting) y están constituidos por un mosaico de cristales de dolomita (fig. 4a). Como constituyentes accesorios se presenta cuarzo detrítico de tamaño arena fina y limo, que en ocasiones es abundante.

Las calizas con textura nodulosa están muy recristalizadas y a veces dolomitizadas. Contienen abundantes arqueociatos y en menor proporción frag-

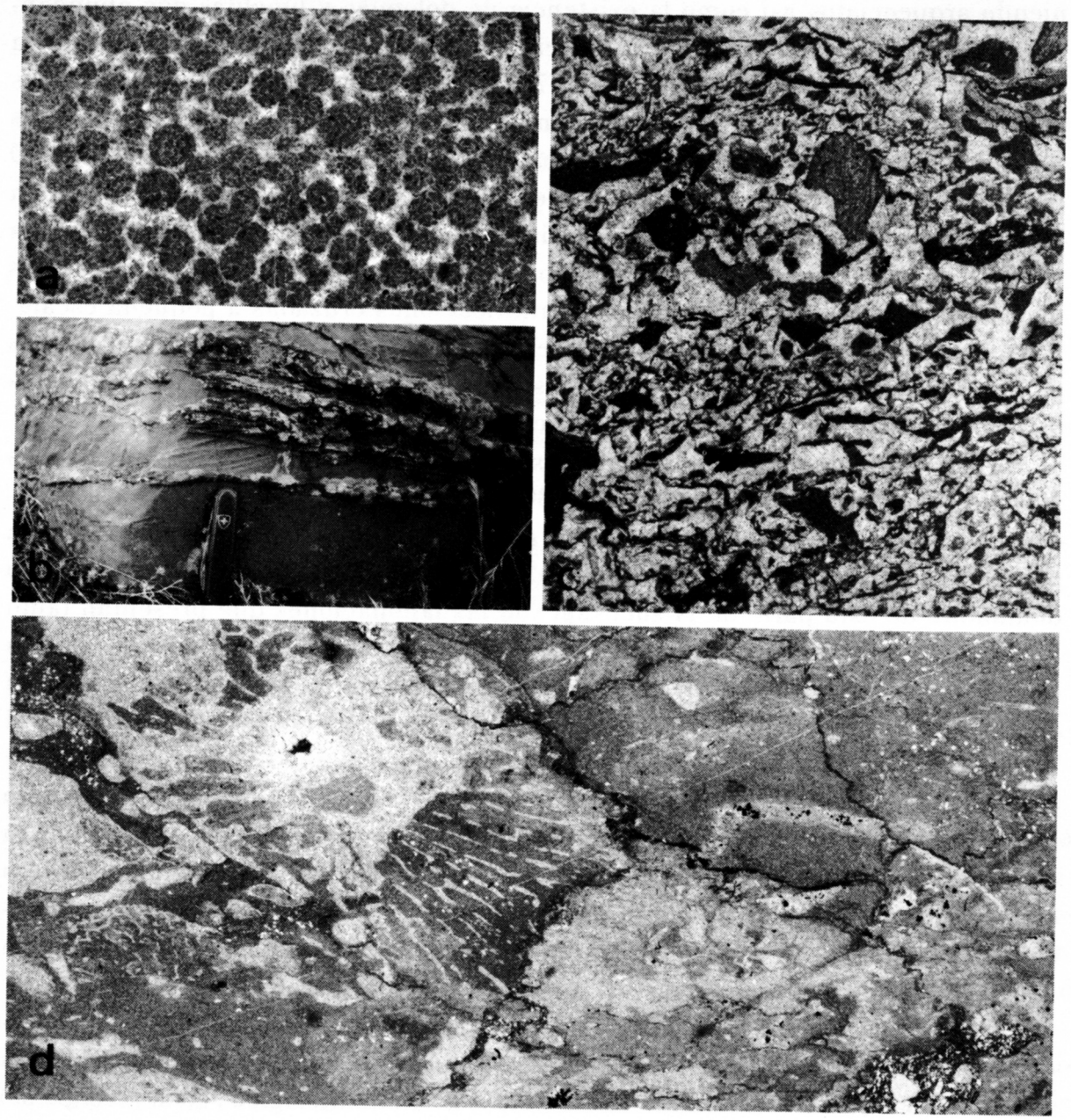

Fig. 4.–Microfacies carbonatadas de la F. Navalucillos. a) oolitos dolomitizados (muestra 204) ×10; b) nivel oolítico con estratificación cruzada (muestra 234); c) intraclastos en las calizas con textura nodulosa (muestra 220)×5; d) microfacies de las calizas con textura nodulosa, con arqueociatos (muestra 209)×5.

mentos de trilobites, todos ellos bastante recristalizados (fig. 4d). Son frecuentes los cristales idiomorfos de pirita. Ocasionalmente se presentan intraclastos (fig. 4c) o bien oncolitos. En algunos niveles se observa abundante cuarzo detrítico de tamaño limo junto con cuarzo de mayor tamaño y muy redondeado. Por su aspecto son muy semejantes a las calizas masivas con algas, del Sur de Sierra Morena donde también están asociados con niveles oolíticos (ZAMARREÑO, *in litt.*).

Las *facies de dolomías con laminaciones y calizas oolíticas* se caracterizan por el predominio de laminaciones inorgánicas tanto en los niveles carbonatados como en los de limolitas asociadas con ellos y por la ausencia de fauna (arqueociatos y trilobites), así como por la existencia de calizas oolíticas y calizas moteadas (algas?).

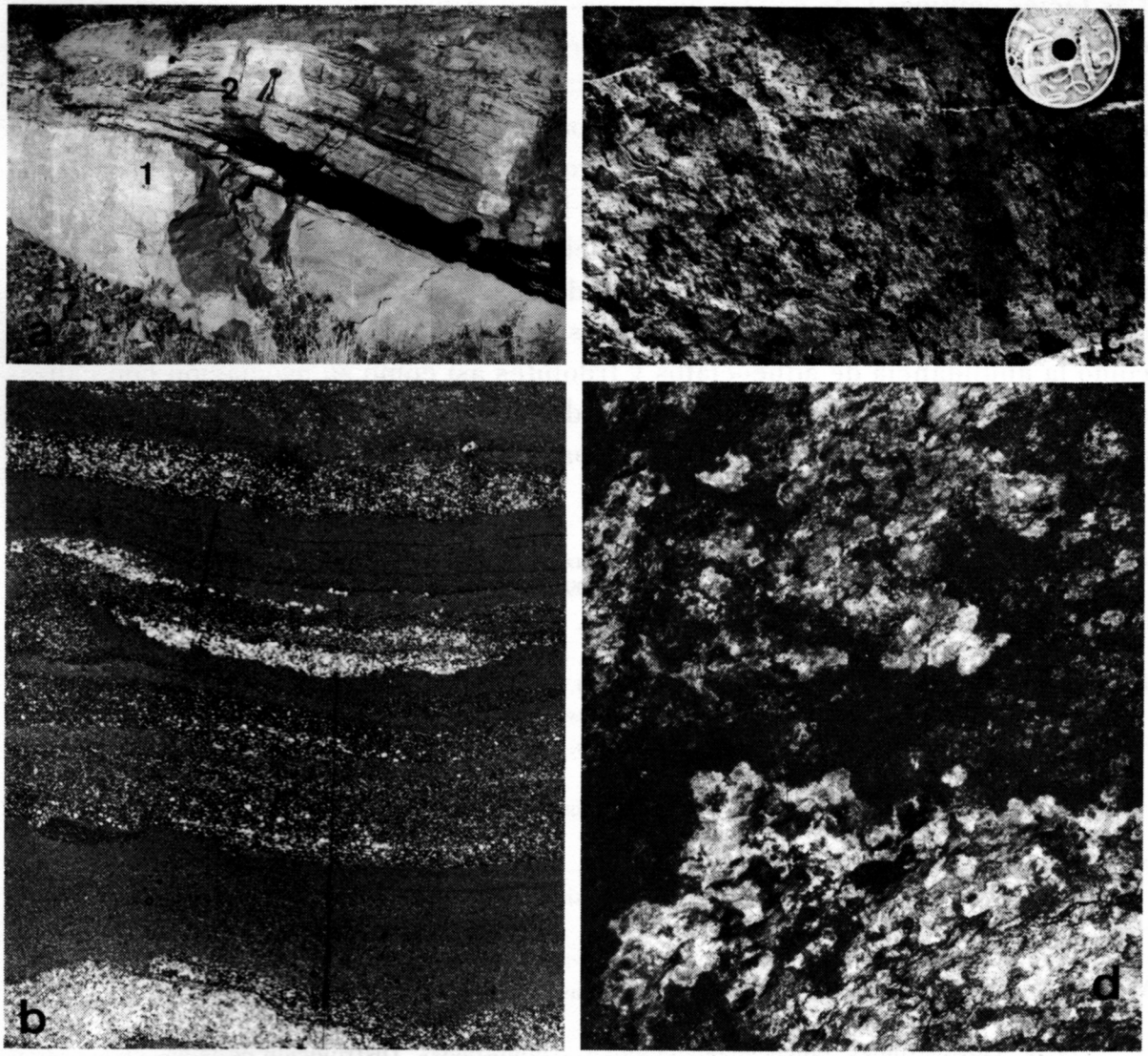

Fig. 5.–Microfacies carbonatadas de la F. Navalucillos. a) 1, calizas moteadas, masivas (muestra 225) 2, dolomías con laminaciones (muestra 227); b) microfacies de las dolomías con laminaciones (muestra 227) × 5; c) y d) aspecto de campo y microfacies (d) de las calizas moteadas, masivas (muestra 225) × 5.

Las dolomías con laminaciones están constituidas por la alternancia de láminas de distinto tamaño de grano (fig. 5b). Las láminas de tamaño más grueso están compuestas de cuarzo detrítico y pellets y las de grano fino de barro carbonatado; en ambas abundan los cristales idiomorfos de pirita.

Las calizas oolíticas de esta facies presentan las mismas características que en las facies oolíticas y de calizas nodulosas, salvo que las estratificaciones cruzadas a pequeña escala asociadas a ripple marks de pequeñas dimensiones están más desarrolladas.

Las calizas moteadas están muy recristalizadas. Macroscópicamente el moteado que presentan es característico de las calizas con algas (fig. 5c). Presentan, sin embargo, una textura diferente (fig. 5 d) de las calizas con textura nodulosa por lo que es muy posible que se trate de otro tipo de algas.

C o n s i d e r a c i o n e s s e d i m e n t o l ó g i c a s.–Los tipos de facies carbonatadas de la Formación Navalucillos así como la fauna existente en ellas sugieren un medio sedimentario siempre cubierto de agua y poco profundo.

Las facies oolíticas y de calizas nodulosas (con arqueociatos) son análogas a las de otras formaciones carbonatadas cámbricas del Norte (Piedrafita, ZAMARREÑO & PEREJÓN 1976) y Sur de España (ZAMARREÑO *in litt.)*. A este respecto hay que añadir que en las calizas con textura nodulosa del Sur de España se ha podido determinar la existencia no solo de arqueociatos y trilobites sino también de *Renalcis* y *Epiphyton*, que constituyen los organismos predominantes de estos niveles carbonatados y a los cuales se debe su típica textura nodulosa. Si bien en la Formación Navalucillos no se ha podido observar hasta el momento la existencia de algas en el mismo tipo de calizas, tanto el tipo de textura macroscópica como la abundancia de aqueociatos y trilobites así como su asociación con calizas oolíticas inducen a pensar que se trata de facies semejantes y en las cuales por consiguiente las algas hayan jugado un papel importante.

APARICIO YAGÜE, A. & GIL CID, M. D. (1972).–Hallazgo de trilobites en el Cámbrico de los Montes-Isla de Toledo. *Estudios Geol.*, t. 28, pp. 105-109, Madrid.

GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C. & MARTÍNEZ-GARCÍA, E. (1972).–El Cámbrico inferior de la Rinconada (Salamanca, España Central). *Studia Geol.*, t. 3, pp. 33-41, Salamanca.

LOTZE, F. (1956).–Über sardische Bewegungen in Spanien und ihre Beziehungen zur assyntischen Faltung. *Geotekt. Sympos. zu Ehren von Hans Stille*. pp. 128-139, Stuttgart.

—— (1961).–Das Kambrium Spaniens. *Akad. Wiss. Lit., Abh. math. naturw Klasse*, año 1961, n.º 6, pp. 283-498.

—— (1966).–Kambrium Spaniens (Neue Forschungsergebnise 1961-1965). *Zbl. Geol. Paläont.*, t. 1, n.º 6, pp. 1206-1227, Stuttgart.

MARTÍN ESCORZA, C. (1974).–Estudio geotectónico del Paleozoico inferior de los Montes de Toledo surorientales (Urda-Fuente del Fresno). Tesis inédita, Universidad Complutense de Madrid.

—— & PEREJÓN, A. (1972).–Nota previa sobre la presencia de Arqueociatos en los alrededores de Urda (Montes de Toledo Orientales). *Acta Geol. Hispánica*, t. 7, n.º 6, pp. 169, Barcelona.

MORENO, F. (1974).–Las formaciones anteordovícicas del anticlinal de Valdelacasa. *Bol. Geol. Minero*, t. 85, n.º 4, pp. 10-14, Madrid.

—— (1975).–Olistostromas, fangoconglomerados y «slump-folds». Distribución de facies en las series de tránsito Precámbrico-Cámbrico en el anticlinal de Valdelacasa. *Estudios Geol.*, t. 31, pp. 246-260. Madrid.

—— , VEGAS, R. & MARCOS, A. (1976).–Sobre la edad de las series ordovícicas y cámbricas relacionadas con la discordancia «sárdica» en el anticlinal de Valdelacasa (Montes de Toledo, España). *Breviora Geol. Astúrica*, año 20, n.º 1, pp. 8-16, Oviedo.

PARGA, J. R. & VEGAS, R. (1971).–Problems and discussion on Precambrian series of the Hesperic Massif (Western Iberian Peninsula). *Geol. Rundschau* t. 61, n.º 1, pp. 44-69, Stuttgart.

PEREJÓN, A., MORENO, F. & VEGAS, R. (1976).–Datación de las calizas del Cámbrico inferior de Los Navalucillos (Montes de Toledo): faunas de Arqueociatos. *Breviora Geol. Astúrica*, año 20, n.º, 3, pp. 33-46, Oviedo.

PRADO, C. De (1855).–Sur la géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède. *Bull. Soc. Géol. France*, 2e ser., t. 12 pp. 182-204, París.

SAN JOSÉ LANCHA, M. A., PELÁEZ PRUNEDA, J. R., VILAS MINONDO, L. & HERRANZ ARAUJO, P. (1974).–Las series ordovícicas y preordovícicas del sector central de los Montes de Toledo. *Bol. Geol. Minero*, t. 85, n.º 1, pp. 21-31, Madrid.

SDZUY, K. (1971).–Acerca de la correlación del Cámbrico inferior de la Península Ibérica. *I Congr. Hispano-Luso-Americano de Geol. Econ.*, Sección I Geol., t. 2, pp. 769-782, Madrid-Lisboa.

VEGAS, R. (1971).–Precisiones sobre el Cámbrico del Centro y Sur de España. El problema de la existencia de Cámbrico en el valle de Alcudia y en las sierras de Cáceres y N de Badajoz. *Estudios Geol.*, t. 27, pp. 419-425, Madrid.

ZAMARREÑO, I. *(in litt.)*.–Early Cambrian algal carbonates in Southern Spain. *In* E. FLÜGEL (Edit.): Recent Research on fossil Algae. Springer Verlag, Heidelberg.

—— & PEREJÓN, A. (1976).–El nivel carbonatado del Cámbrico de Piedrafita (zona asturoccidental-leonesa, NW de España): tipos de facies y faunas de Arqueociatos. *Breviora Geol. Astúrica*, año 20, n.º 2, pp. 17-32, Oviedo.