

INTRODUCCION AL PROBLEMA DE LA PALEOGEOGRAFIA DEL CAMBRICO DE OSSA MORENA.

E. Liñán (x)

(x) Departamento de Paleontología. Universidad de Zaragoza.

Resumen

Se revisan parcialmente los afloramientos cámbricos de Ossa Morena, lo que permite distinguir siguiendo los criterios expresados por DELGADO-QUESADA et al. (1977), un nuevo dominio geológico para esta zona, en razón de sus características estratigráficas, paleontológicas y tectónicas peculiares. Así mismo, se deduce que durante el Cámbrico existieron diversas cubetas sedimentarias dentro de cada dominio, lo que complica el esquema paleogeográfico que se tenía para este Sistema, y revela la necesidad de una reorientación de los trabajos futuros acompañada de una revisión de los efectuados hasta la fecha. La mayoría de estas cubetas cámbricas se presentan en la actualidad como afloramientos fraccionados y limitados por accidentes tectónicos que han sido los responsables del acercamiento entre sí de partes que debieron estar primitivamente más alejadas. Así, este nuevo modelo pone de relieve la presencia de una fracturación secundaria a la de las grandes líneas generales que separan los dominios entre sí. Por último, se analizan las características estratigráficas y paleontológicas de algunas de estas unidades con el fin de que puedan servir en una futura comparación con los segmentos aún no estudiados, y se realiza una subdivisión bioestratigráfica del Cámbrico de Ossa Morena basada en los diferentes géneros de trilobites.

Abstract

The author revises some Cambrian outcrops in "Ossa Morena" and distinguishes, according to the viewpoints stated by DELGADO-QUESADA et al. (1977), a new geological domain on this area, with regard to its stratigra-

phical paleontological and tectonic characteristics. It is inferred from the present work, in the same way, that during the Cambrian Period there were several sedimentary basins inside every domain, what make more complex former paleogeographical schemes and, at the same time, reveal the need for a new direction of future works, accompanied with a review of those made until the present time. Most of these Cambrian basins appear as divided and limited outcrops on account of tectonic accidents. These have been responsible for mutual approach of parts more separated formerly. So, this new model points out the presence of a secondary fracture pattern related with the principal lines separating the different domains. Finally, the stratigraphical and paleontological characteristics of some of these units are analysed in order to be of use in a future comparison with the segments yet not studied. At the same time, a biostratigraphical subdivision of the Cambrian System of Ossa Morena is made. This subdivision is based on different genus of trilobites.

INTRODUCCION

Veinte años después de la aparición del libro clásico de LOTZE y SDZUY *Das Kambrium spaniens*, los trabajos aparecidos sobre el Cámbrico de Ossa Morena hacen recomendable una revisión de los esquemas paleogeográficos que se tienen para este Período.

Dentro de esta revisión, se propone un esquema general que se basa en los datos aportados por el autor y que se complementa con las conclusiones obtenidas por otros investigadores, contempladas a la luz de las nuevas ideas que se exponen aquí.

Estas ideas plantean el problema de la pertenencia de los materiales cámbricos a un único dominio geológico (en el sentido de DELGADO-QUESADA et al., 1977) o a varios; para a partir de esta premisas conocer si dentro de cada dominio, así delimitado, la sedimentación cámbrica corresponde a una sola cuenca o a varias.

La respuesta a estos planteamientos evidencia un original modelo paleogeográfico para Ossa Morena, formado por varios dominios y cada uno de ellos conformado a su vez por varias cubetas cámbricas independientes, que sobre el terreno se encuentran, generalmente unidas por accidentes tectónicos.

Esta fracturación que es secundaria respecto a las grandes líneas tectónicas, complica la reconstrucción paleogeográfica del Cámbrico y hace necesario situar previamente las piezas del rompecabezas geológico en su posición original. Al no poder extrapolar a grandes áreas los resultados obtenidos localmente, es preciso recurrir a estudios detallados de todos y cada uno de los afloramientos; por ello, la definición y delimitación de cada una de estas cubetas no es objeto de esta nota, que como indica su título, sólo pretende poner de manifiesto este fenómeno, para lo cual se ejemplificarán con detalle varias de estas cubetas mientras que otras quedarán ya sea sin definir, ya sea sin delimitar su extensión geográfica, o bien sin ser conocida al detalle su estratigrafía; labor ésta que requerirá no pocos años y no menos esfuerzos.

ANTECEDENTES

La zona de Ossa Morena tal y como fué definida por LOTZE en 1945, ha sido recientemente cuestionada en su límite septentrional (ROBARDET, 1976; CAPDEVILA, 1976 y DELGADO-QUESADA et al., 1977; véase también CHACON y PASCUAL, 1979), y aunque los distintos autores difieren en su situación exacta, todos están de acuerdo en que el límite debe situarse en algún punto de la banda Elvas-Badajoz-Córdoba, y no en la alineación plutónica de Los Pedroches.

Ossa Morena, como se ha reiterado en la literatura, no es un segmento homogéneo sino que se halla dividido en bloques de grandes dimensiones, separados por accidentes tectónicos orientados de NO a SE. Estos bloques, presentan formaciones estratigráficas típicas y grandes hiatos. El número de estos bloques, su nomenclatura, características y límites geográficos son diferentes según el criterio empleado en cada publicación (véase LIÑAN y SCHMITT,

1981), pero su existencia y su cada vez mejor conocimiento son de un extraordinario interés para las reconstrucciones paleogeográficas.

Es de resaltar que estos bloques o dominios, que tienen características propias y límites tectónicos netos, son las unidades geológicas naturales del Macizo Hespérico, mientras que las zonas de LOTZE deben ser consideradas como unidades mayores de límites más subjetivos (comprenden uno o varios dominios) y como tales susceptibles de ser modificadas según el número de dominios que se considere que contienen.

Un excelente resumen sobre los antecedentes de la Paleogeografía del Cámbrico se encuentra en LOTZE (1961). Este autor es el primero en utilizar varios criterios científicos a la vez, como base de sus hipótesis. Estos criterios son: el espesor, tipo de facies, extensión geográfica y contenido en trilobites. Respecto a Ossa Morena, da tres tipos de series estratigráficas: tipo Sierra Morena oriental, central y occidental; esquema que ha sido superado porque los recientes estudios han puesto en evidencia una mayor complejidad.

Estudios posteriores son los publicados por PARGA en 1970, quien postula la división de Ossa Morena en dos subzonas: la subzona Extremoz-Córdoba que pertenecería a la parte sur del Eugeosinclinal, y la subzona Portel-Aracena que formaría parte del umbral eugeoanticlinal.

Por último, JULIVERT (1978) resume los datos estratigráficos y paleontológicos publicados sobre el Cámbrico de Ossa Morena, para diferenciarlo del existente en otras zonas del Macizo Hespérico. En este trabajo enlaza hipotéticamente estos afloramientos con los de los Montes de Toledo y Cordillera Ibérica.

AFLORAMIENTOS CAMBRICOS DE OSSA MORENA

Estudiaremos dentro de este apartado, los límites geográficos y geológicos de los materiales cámbricos, y posteriormente analiza

remos desde el punto de vista paleontológico los distintos afloramientos asignados a este Período.

El estudio de los afloramientos conocidos del Cámbrico de España, indica que sus sedimentos se disponen en líneas generales formando bandas, separadas a veces por bloques sin registro cámbrico, y la mayoría de las veces por accidentes tectónicos significativos.

En la fig. 1, puede verse que el Cámbrico de Ossa Morena comienza a desarrollarse al sur de la falla de Malcocinado que desde Córdoba pasa al N de Zafra y se interna en Portugal más allá de Alter do Chao. Esta falla es de tal importancia que hace desaparecer, por poner un ejemplo, la alineación magmática Villaviciosa de Córdoba-La Coronada e incluso la falla de Azuaga que para algunos autores sería el límite de la zona Luso-Occidental-Alcúdice con Ossa Morena. Más al norte, es necesario llegar hasta la parte septentrional de la provincia de Cáceres y su prolongación al sur de los Cortijos de Malagón y al NW con la Sierra de Tamames, para encontrar rocas cámbricas con seguridad.

De este modo debe situarse próximo al eje del sinclinal de Guadarranque y su prolongación (HERRANZ et al., 1977), una antigua línea tectónica de tanta trascendencia para la paleogeografía del Cámbrico como la falla de Malcocinado, ya que es responsable de la aparición del Cámbrico en la zona Galaico-Castellana. Este accidente coincide con un cambio importante en la sedimentación precámbrica, lo que permite distinguir dominios distintos a uno y otro lado de él. Entre estas dos líneas tectónicas, no se conoce registro geológico de materiales cámbricos. Existe una cita de afloramientos en facies Formación de Torreárboles al sur del batolito de los Pedroches (PEREZ-LORENTE, 1981, pag. 53) que podría referirse tanto a materiales cámbricos como Precámbricos al no conocerse fósiles de estos niveles.

El límite meridional del Cámbrico de Ossa Morena, datado paleontológicamente, viene dado por el accidente tectónico de Juromenha que se prolonga por Santa Olalla hasta la Depresión del Guadalquivir. Al sur de esta línea, los materiales que por similitud litológica se han asignado al Cámbrico son los de la Sierra de Ara-

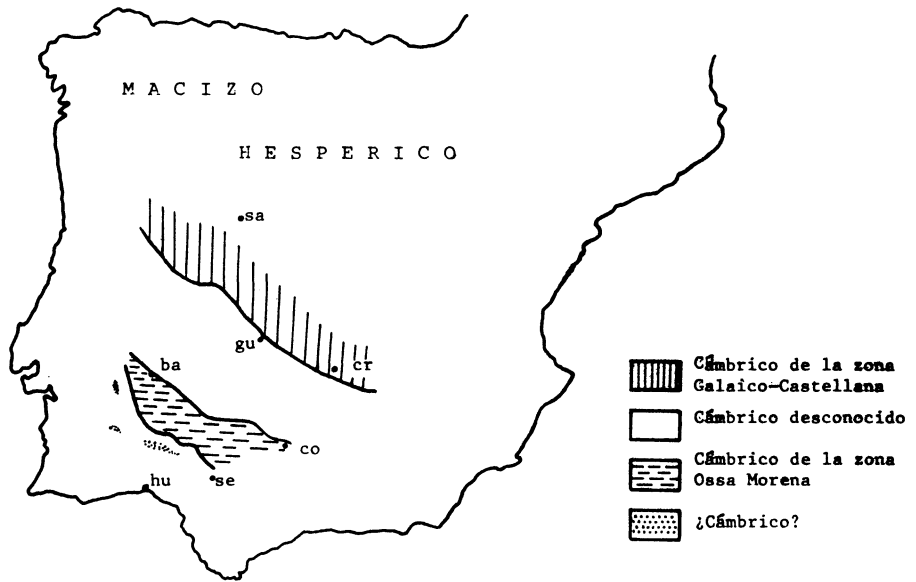


Fig. 1: Distribución de los afloramientos Cámbricos en Ossa Morena. sa=Salamanca. gu=Guadalupe. cr=Ciudad Real. ba=Badajoz. co=Córdoba. se=Sevilla. hu=Huelva.



Fig. 2: Dominios con rocas cámbricas en Ossa Morena. ba=Badajoz. co=Córdoba. se=Sevilla

cena, Beja y Estremoz, los cuales deben quedar como dudosos hasta que se tengan datos paleontológicos más significativos; si bien es cierto que los de Estremoz presentan una mayor similitud estratigráfica con las series cámbricas de Ossa Morena con trilobites.

DOMINIOS CON SEDIMENTACION CAMBRICA EN OSSA MORENA

Ya se ha hablado antes del peculiar modelo de Ossa Morena, conformada por un número no determinado de dominios cuyos límites no están establecidos del todo. DELGADO et al. (1977) definieron la parte septentrional del área comprendida entre la falla de Malcocinado y la de Juromenha, donde existen materiales cámbricos datados, como Dominio Córdoba-Alanís. De acuerdo con los criterios expresados por estos autores es posible diferenciar un nuevo dominio para este área, que el estado actual de conocimientos sólo permite delimitar a grandes rasgos. Para evitar un mayor aumento de la nomenclatura existente, lo llamaremos informalmente Dominio Meridional, hasta que puedan ser conocidos sus límites exactos.

Las características que diferencian a cada uno de estos dominios son las siguientes:

- Dominio Córdoba-Alanís.- Abarca todo el área comprendida entre la falla de Malcocinado y la alineación precámbrica de Olivenza-Monesterio (fig. 2). Ha sido también llamado Zafra-Llerena (BARD, 1965; GUTIERREZ ELORZA et al., 1971; HERRANZ et al., 1977) o Zafra-Llerena-Alanís (BARD, 1969, p. 44). LIÑAN y SCHMITT (1981) incluyeron aquí a los afloramientos de Vila Boim, pero en opinión de GONCALVES (com. or.) deben ser incluidos en el Dominio meridional.

Caracteriza a este dominio la sucesión de rocas precámbricas y cámbricas sobre las que se van jalonando una serie de cuencas carboníferas, generalmente relacionadas con fallas que las han preservado de la erosión. El Precámbrico está constituido por el Complejo Vulcano-sedimentario, definido en la Sierra de Córdoba, con un espesor mínimo de 4.000 m. La estratigrafía del mismo está mal conocida, debido en general a la tectónica de fractura exis-

tente y a los escasos datos paleontológicos que se poseen. El Cámbrico presenta distintas formaciones estratigráficas, para cada cubeta considerada, pero su base está siempre constituida por la Formación Torreárboles, y se observa un mayor desarrollo de carbonatos que en el Dominio meridional. La columna estratigráfica del Carbonífero es también variable según las cubetas, si bien los datos que se tienen hasta la fecha indican que su sedimentación no aparece antes del Viseense.

Por el momento excluirémos de este dominio a los afloramientos situados al oeste de La Puebla de Los Infantes y de Cazalla de la Sierra, ya que la presencia de Ordovícico apunta más a que sean incluidos dentro de un Dominio oriental independiente, al que probablemente, pertenecerían los materiales que afloran en la región de Lora del Río y El Pedroso.

Este dominio, si se confirmaran paleontológicamente los afloramientos dados como Cámbricos en Estremoz (GONCALVES, 1974), podría en un principio haber estado relacionado con el Dominio Barrancos-Hinojales según la terminología de FLORIDO y QUESADA, 1981.

- Dominio Meridional. - Se engloba dentro de él a las zonas de Burguillos del Cerro-Monesterio, Cumbre Mayores-Cañaveral de León y Sierra de Hinojales (BARD, 1964 y 1969); a la zona Cumbres Mayores-Cala de GUTIERREZ ELORZA et al., 1977; y al menos, la parte sur del anticlinorio Olivenza-Monesterio en el sentido de HERRANZ y otros, 1977.

Está separado del anterior dominio por alguno de los accidentes tectónicos que conforman la alineación precámbrica de Olivenza-Monesterio. Se caracteriza por presentar materiales precámbricos diferentes sobre los que se sitúa una serie cámbrica en concordancia estratigráfica aparente. Sobre estos materiales se sitúan niveles erosivos de conglomerados y bloques olistostrómicos de calizas que se han atribuido al Devono-Carbonífero (COULLAUT et al., 1980).

Su diferencia más fundamental respecto al Cámbrico es la ausencia de la Formación Torreárboles, cuya posición estratigráfica es sus

tituída por otra formación también detrítica, no definida formalmente, pero en cuya sucesión de facies no es posible reconocer los miembros La Tierna (I) y Julia (II), (LIÑAN, en prensa) típicos del Dominio Córdoba-Alanís. Tampoco se conocen las facies de Trilobites en el Cámbrico medio.

El enlace mediante una estructura geométrica entre los dominios citados es muy problemático, ya que habría que invocar un cambio de facies durante parte del Precámbrico y Cámbrico que se situaría a lo largo de la alineación Olivenza-Monesterio, para poder enlazar las formaciones de la misma edad situadas a uno y otro lado.

CARACTERÍSTICAS DEL CAMBRICO DE OSSA MORENA

En la caracterización del Cámbrico de Ossa Morena tendremos en cuenta el tipo de facies presentes, la sucesión temporal de las mismas y las faunas de trilobites encontradas, para de este modo compararlo con el de otras Zonas del Macizo Hespérico.

- Tipos de facies.- Distinguiremos dos grandes grupos de facies: las facies detríticas y las facies carbonatadas. Ambos grupos están representados a su vez por distintos tipos, cuyas características trataremos a continuación. Las sucesiones de estos tipos de facies dentro de las formaciones estratigráficas, pueden encontrarse en LIÑAN, 1974 y 1979, LIÑAN y PEREJON, 1981, y GONCALVES, 1971 y 1978. El desarrollo espacio-temporal de estas facies nos servirá también para caracterizar las formaciones de cada cubeta y para diferenciar las cubetas entre sí.

FACIES DETRITICAS: Se han individualizado los siguientes tipos:

- A- Facies ferruginosa con conglomerados
- B- Facies de areniscas
- C- Facies de alternancias de areniscas y lutitas
- D- Facies de pizarras con Trilobites
- E- Facies volcano-sedimentaria.

A- La facies ferruginosa con conglomerados se presenta como cuerpos de arenisca finamente laminados por el tamaño distinto de sus granos y con laminación cruzada de gran ángulo. Entre ellos se encuentran niveles lenticulares de conglomerados poligénicos. Esta facies es típica de la base de la Formación Torreárboles, y se interpreta como depósitos de canales mareales con influencia fluvial.

B- La facies de areniscas son a veces masivas y otras veces laminadas, con frecuentes granuloclasificaciones en el tamaño de sus granos que es generalmente grueso, y puede alcanzar incluso el tamaño de microconglomerado. La madurez es también variable según los puntos geográficos y según su posición en la columna estratigráfica, por lo que es posible diferenciar al menos dos subtipos. Se presentan también escasas estructuras orgánicas endógenas que se disponen perpendicularmente a los planos de estratificación. Esta facies está representada en el miembro I de la Formación Torreárboles y de la Formación Los Villares, así como en el miembro Castellar de la Formación La Lapa.

C- La facies de alternancias se presentan como estratos delgados de areniscas cuyo tamaño de grano varía entre fino y medio, que alternan con niveles de lutitas pizarrosas a lo largo de la serie. Son frecuentes los icnofósiles, las laminaciones cruzadas, grietas de desecación y rizaduras de corriente. Este tipo de facies está desarrollado en el miembro II de la Formación Torreárboles y de la Formación los Villares, así como en el miembro Vallehondo de la Formación La Lapa y en la Formación Xistos de Vila Boim. También es posible reconocer varios subtipos sedimentológicos.

D- La facies de pizarras con Trilobites contiene una cierta proporción de carbonato cálcico. La fracción detrítica está constituida por granos lutíticos y más raramente su tamaño corresponde al de una arenisca fina. El color suele ser variable según los puntos, verde, amarillo, violáceo, etc.. Presentan laminaciones y más raramente rizaduras de corriente. Acompañan a los Trilobites numerosas comunidades de Braquiópodos que en ocasiones los reemplazan, Archeogasterópodos, Hyolitos, Ostracodos, icnofósiles

y microfósiles problemática, generalmente descalcificados por los procesos diagenéticos. Esta facies se observa mejor en el miembro III de la Formación Pedroche, en la base del miembro II de la Formación Los Villares y en el miembro La Hoya de la Formación Alconera. Se interpreta como depositada en un medio submarino.

E- La facies volcanso-sedimentaria contiene rocas volcánicas ácidas y básicas que se interestratifican con materiales detríticos diversos. Estos últimos, cuando acompañan a rocas volcánicas ácidas contienen Trilobites, Hyolitos y más raramente icnofósiles. En los materiales detríticos que acompañan a las rocas volcánicas básicas sólo se han reconocido icnofósiles. Este tipo de facies está representada en la serie de Playón (VEGAS, 1971). Se interpreta como un medio de plataforma marina.

FACIES CON CARBONATOS: Se han individualizado los siguientes tipos:

- a- Facies rizada (Kramenzel de los autores germanos)
- b- Facies de calizas con Algas
- c- Facies de calizas con Arqueociatos
- d- Facies de calizas con estromatolitos
- e- Facies de calizas laminadas por mallas de Algas (Criptalgales)
- f- Facies de niveles de slump.
- g- Facies de oolitos
- h- Facies de oncolitos
- i- Facies de calizas con sflex
- j- Facies de dolomías
- k- Facies de margocalizas nodulosas.

a- La facies rizada se presenta como lechos delgados de caliza (biomicrita) y más raramente dolomía, que se constriñen a intervalos y llegan incluso a perder su continuidad lateral para tomar el aspecto de nódulos. Estos lechos están íntimamente relacionados con niveles detríticos finos de espesor centimétrico y laminación replegada que se adapta a la forma de aquéllos. Contiene

microfósiles problemáticos, Hyolitos, y más raramente Trilobites y Arqueociatos con síntomas evidentes de haber sido transportados. Esta facies es típica de la base de la Formación Pedroche, se presenta localmente hacia la mitad del miembro I de esta formación y está ampliamente desarrollada en el miembro La Hoya de la Formación Alconera. En Portugal representa la base de la Formación Xistos de Vila Boim.

b- La facies de calizas con Algas es la más extendida en el espacio y en el tiempo. En el afloramiento se presenta como masas lenticulares o tabulares de color oscuro, en las que frecuentemente se reconocen los edificios bioconstruidos por las algas, entre las que destacan los géneros: *Epiphyton*, *Renalcis* y *Girvanella*. Más raramente contienen caparazones aislados de microfósiles. Esta facies está muy extendida en todas las formaciones estratigráficas con calizas.

c- La facies de Calizas con Arqueociatos se presenta bajo el aspecto de rocas bioconstruidas por los cálices de estos animales y en íntima asociación con algas calcáreas. En las áreas periféricas al arrecife, se encuentran Trilobites, Braquiópodos, Ostrácodos, Conchostráceos y organismos de afinidades biológicas inciertas. Otras veces se encuentran cálices más o menos aislados dentro de masas tabulares de calizas con algas, y no forman propiamente construcciones orgánicas. Esta facies es típica de la Formación Pedroche y de la base del miembro La Hoya de la Formación Alconera.

d- La facies de caliza con estromatolitos contiene bancos de poco espesor formados por estructuras de crecimiento finamente laminadas, fijas sobre el sustrato y producidas por la actividad vital de Algas y Bacterias que forman mayoritariamente el ecosistema conocido como "mallas de algas". A veces, entre las masas columnares de estos edificios se encuentran cálices de Arqueociatos y caparazones de microfósiles removidos. Se presentan en distintos niveles de la Formación Pedroche, en el miembro Orive de la Formación Santo Domingo y en el miembro Sierra Gorda de la Formación Alconera.

e- La facies de calizas laminadas es en el afloramiento una alternancia de finas láminas (a veces milimétricas) calcáreas de espesor irregular, con otras láminas delgadas que poseen un mayor aporte de detríticos. Es frecuente que en la parte superior de algunas de estas sucesiones aparezcan sobre una superficie erosiva, niveles de brechas calcáreas de espesor irregular y continuidad lateral pequeña. Esta facies se encuentra íntimamente relacionada con la facies de calizas de estromatolitos ya que su origen orgánico es también debido a comunidades de "mallas de Algas". Se conocen en la Formación Pedroche y en el miembro Sierra Gorda de la Formación Alconera.

f- La facies de slumps está formada por lechos alternantes de carbonatos y detríticos, de poco espesor, que se encuentran deslizados lateralmente en un corto recorrido, de modo que forman estructuras muy típicas. Los bancos carbonatados suelen corresponder a facies de calizas con algas o a facies de calizas laminadas. Los bancos detríticos se corresponden bastante bien con facies de alternancias. En general son poco fosilíferas. Se reconocen en la unidad denominada informalmente "calizas de Zafra".

g- La facies de oolitos suele encontrarse asociada a la facies de calizas con algas y en su parte basal. Son bancos decimétricos de color azulado o gris oscuro, en los que puede no existir ninguna ordenación interna, o puede también existir laminación paralela y cruzada. Los oolitos se encuentran muchas veces afectados por una dolomitización selectiva. En el cemento, que puede contener cierta proporción de detríticos, se encuentran restos de caparazones de Trilobites, Hyolitos, Braquiópodos y microfósiles que han experimentado un transporte. Este tipo de facies es típica de la Formación Pedroche y del miembro Orive de la Formación de Sto. Domingo.

h- La facies de oncolitos se presenta como calizas oscuras dispuestas en bancos delgados de superficies generalmente irregulares que se asocian a facies de calizas con algas. Están representadas en la base de la Formación Pedroche y en el miembro III de la Formación Santo Domingo. Es producida en medios mareales durante episodios de alta energía.

i- La facies de calizas con sílex se muestra externamente como delgados bancos de caliza entre los que aparecen nódulos de sílex cuyo diámetro mayor puede alcanzar varios decímetros. Frecuentemente se asocian con calizas estromatolíticas y grietas de desecación. Es característica del miembro Orive de la Formación Santo Domingo, y se encuentra en la parte superior del miembro Sierra Gorda de la Formación Alconera. Se interpretan como producidas en un medio inter a supramareal.

j- La facies de dolomías caracteriza estratos cuya composición es muy variable y que se disponen en el campo como bancos masivos de color amarillo-marrón, con abundantes detríticos, y espesor métrico. Dentro de ella es posible reconocer varios subtipos. Su máximo desarrollo se da en la Formación Santo Domingo.

k- La facies de margocalizas nodulosas se presenta esporádicamente como bancos delgados y de extensión local, asociados a calizas organógenas, a veces bioclásticas. En ocasiones estos bancos han perdido su continuidad y forman entonces brechas intraformacionales. Se presentan en el miembro La Hoya de la Formación Alconera.

Además de en los trabajos ya indicados, un estudio más detallado de estas facies y sus combinaciones en los distintos medios sedimentarios puede encontrarse en LIÑAN y DABRIO, 1974, ZAMARREÑO (1977 y 1978) y GARCIA HERNANDEZ y LIÑAN (en prensa).

- Faunas de Trilobites.- En el tratamiento del tema, tendremos en cuenta la distribución temporal de las distintas asociaciones, para lo que utilizaremos la subdivisión en pisos de SDZUY (1971a y b).

El ciclo Cámbrico se inicia con depósitos caracterizados por la ausencia de caparazones de Trilobites, aunque pueden existir huellas atribuidas a su actividad vital o de artrópodos relacionados con ellos.

El Ovetiense, a lo que se conoce, es un piso que en Sierra Morena no está demasiado representado por las facies de Trilobites. Sólo

se conoce su presencia en la Sierra de Córdoba, en donde se encuentran los géneros *Lemdadella*, *Serrania* y *Bigotina*. El primer género está citado también en el Alto y Anti-Atlas de Marruecos (SDZUY, 1978; LIÑAN y SDZUY, 1979), mientras que *Bigotina* se citó en la localidad francesa de Carteret (COBBOLT, 1935) y en la plataforma siberiana (SUVOROVA, 1960 y REPINA, 1960, 1966). Según esto, Ossa Morena podría constituir un área intermedia para las faunas de trilobites de esta época entre los mares siberianos y los del norte de Africa, con los que tendría una cierta comunicación.

Durante el Marianiense, las facies de Trilobites están muy extendidas por toda Ossa Morena con excepción de las cubetas más septentrionales, como la de Zafra y la Sierra de Córdoba, en donde a partir de este momento ya no se conocen. Las faunas del Marianiense han sido estudiadas desde antiguo (RICHTER, 1940 y 1941; HENNINGSMOEN, 1958; SDZUY, 1961 y 1962; GIL CID, 1971, 1972 y 1978; LIÑAN y PEREJON, 1981). Entre ellas aparecen géneros cosmopolitas como *Delgadella*, *Pagetiellus*, *Serrodiscus*, *Calodiscus*, *Triangulapis* y *Hebediscus*, o de una distribución más reducida como *Chelediscus*, *Strenuaeva*, *Saukianda*, *Perrector*, *Ladadiscus*, *Andalusiana*, *Gigantopygus*, *Termierella*, *Callavia?*, *Longianda?* y *Alueva?*; e incluso más locales como *Protaldonaia*, *Rinconia*, *Eops* e *Hicksia* que sólo están citados en Sierra Morena. En general, en el Marianiense se manifiesta una mayor afinidad con las faunas marroquíes que con las siberianas, e incluso con las de otras zonas españolas.

El Bilbiliense con Trilobites es desconocido por el momento, ya que las series que se sitúan por encima del Marianiense y hasta el Cámbrico medio no los han suministrado.

El Cámbrico medio contiene trilobites al menos en dos localidades de Ossa Morena; en la Sierra de Córdoba (LIÑAN y SDZUY, 1979; LIÑAN, 1979) y en Alconera (BARD, 1964; LAUS, 1968; GIL CID, 1973; LIÑAN y PEREJON, 1981). Se han reconocido los géneros *Paradoxides*, *Eccaparadoxides*, *Bailiella*, *Parabailiella*, *Agraulos*, *Ellipsocephala*

| SERIE | PISO | SUB-PISO | DOMINIO CORDOBA-ALANIS | | DOMINIO MERIDIONAL | | |
|-------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|--|--|-------------------------|
| | | | Agnostida | Polimera | Agnostida | Polimera | |
| CAMBRICO MEDIO | ACADOPARADOXIDES SOLENOPLUROPSIDAE | solenopleur. | icnofósiles | | | | |
| | | pardailhania | Condylopyge | Parabailiella, Solenopleurina, Eccap., Paradoxides Ctenocephalus, Pardailhania, Sao | ? | | |
| | | badulesia | | Badulesia, Agraulos Eccaparadoxides, Ellipsocephalus, Parabailiella | | | |
| | | acadolenus | | Acadolenus, Ellipsocephalus, Eccap. Paradoxides? | | | |
| | | Conocoryphe ovata | Peronopsella | Jincella, Bailiella Skreiaspis, Eccap. Paradoxides, Ellipsocephalus. | | | |
| | | Camb. i/n. | icnofósiles | | | | |
| CAMBRICO INFERIOR | MARIANIENSE | superior | Hebediscus, Serrodiscus, Chelediscus | Termierella, Triangulaspis | | | Ladadiscus, Serrodiscus |
| | | medio | Delgadella= Pagetiellus | Protaldonaia, Hicksia, Strenuaeva Saukianda* Eops? Andalusiana* | Delgadella= Pagetiellus Calodiscus | Protaldonaia, Hicksia, Atops? Strenuaeva, Callavia?, Longianda? Triangulaspis Rinconia | |
| | | inferior | Delgadella= Pagetiellus | Saukianda, Gigantopygus, Alanisia, Perrector, Eops, Protolenidae | icnofósiles, estromatolitos | | |
| | | OVETIENSE | | Serrania, Lemdadella, Bigotina | Arqueociatos, Algas, Hyolitos y Problemática | | |
| | | ? CORDUVIENSE | | Rusophycus, Monomorphichnus, Phycodes aff. pedum | * posición estratigráfica incierta | | |

Fig.3: Trilobites de Ossa Morena. Datos de Richter, Henningsmoen, Sdzuy, Gil Cid, Delgado, Texeira, Liñán y Perejón e inéditos.

lus, *Conocoryphe*, *Condylopyge*, *Peronopsella*, *Ctenocephalus*, *Pardailhanian*, *Badulesia*, *Sao*, *Solenopleurina*, *Jincella* y *Skreiaspis*, que representan un momento de tiempo entre el subpiso de *Conocoryphe ovata* y el subpiso de *Pardailhanian*. A excepción de los cuatro últimos géneros, los demás están muy extendidos en los materiales del resto de España.

El Cámbrico superior no se conoce si está representado en la zona de Ossa Morena ya que las series estratigráficas situadas por encima de los materiales que contienen la fauna anterior, no presentan fósiles significativos.

- Características diferenciativas.- LOTZE en 1945 y 1961, es el primero en destacar las particulares características del Cámbrico de Ossa Morena que lo diferencian del resto de la Península. Estas características han sido posteriormente ampliadas por JULIVERT en 1978. Con los datos contenidos en estos y otros trabajos posteriores, y con los nuevos datos aportados, se tratará de definir lo más ampliamente posible el Cámbrico de Ossa Morena para diferenciarlo del de otras zonas del Macizo Hespérico. Esta definición se basará, fundamentalmente, en criterios paleontológicos (distribución de Trilobites) y de facies. Es un hecho que los espesores de materiales varían dentro de cada zona y parece un criterio más propiamente utilizable para la diferenciación de dominios y cubetas.

La principal característica diferenciativa del Cámbrico de Ossa Morena es la variabilidad estratigráfica y sedimentológica que presenta como resultado de su individualización en cubetas con peculiaridades propias. Esta especie de compartimentación que presenta, hace difícil sintetizar unas características generales para él, y hace necesario, para conseguir ciertas precisiones, seguir, paso a paso y a través del tiempo geológico, la evolución de los materiales dentro de cada cubeta.

Un hecho general es que el ciclo del Cámbrico inferior comienza con depósitos detríticos de facies variadas según los dominios, y se termina con facies de areniscas. Los tipos de facies carbonatadas son muy variables, así como su posición en el tiempo. El

desarrollo de cada tipo de facies viene condicionado por el dominio y cubeta de que se trate, y es difícil por lo tanto hacer una generalización a toda la zona. Así, por ejemplo, las facies de calizas con Arqueociatos y la facies rizada no están presentes en todas las unidades geológicas distinguidas aquí, y además está probada su fuerte heterocronía (LIÑAN y PEREJON, 1981).

Durante el Ovetiense, los Trilobites indican que el depósito de calizas comienza un poco antes en la parte más septentrional de Ossa Morena (Dominio Córdoba-Alanís, o al menos en la Sierra de Córdoba) que en la zona Cantábrica y Astur-occidental-Leonesa (LIÑAN y SDZUY, 1979). En los otros dominios de Ossa Morena no se tienen datos fidedignos.

El estudio de los Trilobites aún no está completo, y por lo tanto las deducciones geológicas a partir de ellos no son definitivas. De cualquier manera, durante el Ovetiense, las faunas de Trilobites parecen tener una más estrecha relación con las de Marruecos que con las del resto de la Península Ibérica. Esta relación se acentúa durante el Marianiense, como parece indicar el estudio estadístico de los géneros encontrados, en donde existen junto a estas faunas de más amplia distribución, otras que sólo se han encontrado en Sierra Morena como son *Hicksia*, *Rinconia* y *Protaldonaiia*. Respecto a ello, es conveniente matizar que en el Marianiense, es posible distinguir dos grandes áreas dentro de Ossa Morena que están limitadas por la falla de Feria y por la línea situada inmediatamente al norte de la Sierra de San Miguel y su prolongación al sur de Guadalcanal. El área situada al norte y que comprende los afloramientos de la Sierra de Córdoba, Llerena, Cerro Calvo, Zafra, probablemente Badajoz y su prolongación con las bandas septentrionales de Portugal se caracteriza por el escaso o nulo desarrollo de las facies de Trilobites. El área situada al sur se caracteriza, por contra, por un mayor desarrollo de facies con Trilobites.

El Bilbiliense en Ossa Morena no contiene por el momento facies de pizarras con Trilobites, lo que representa una diferencia importante con la Zona Galaico-Castellana y con la Astur-Occidental-Leonesa, en donde esta facies está bien representada.

El Cámbrico medio es exclusivamente terrígeno en la cubeta de la Sierra de Córdoba y en la cubeta de Alconera en que aparece, mientras que en la zona Cantábrica y en la zona Astur-Occidental-Leonesa, incluyendo la Sierra de la Demanda y Cordillera Ibérica, contiene al menos nódulos de carbonatos. En la zona Galaico-Castellana no se conoce.

Para los Trilobites, el Cámbrico medio representa una época de mejor comunicación de todas las cuencas con el mar abierto, debido al inicio de la segunda gran transgresión cámbrica, lo que produce una mayor homogeneización en las faunas de la Península Ibérica. No obstante, se dan diferencias zoogeográficas (SDZUY, 1971b) entre las que se pueden destacar la presencia del género *Sao*, y de *Eccaparadoxides sdzuyi* LIÑAN, 1979; además de *Skreiaspis* y *Jincella* que tienen una mayor representación que en el resto del Macizo Ibérico.

El Cámbrico superior no se conoce, pero los datos actuales no permiten descartar su presencia (LIÑAN, 1979).

LOS GRANDES CICLOS SEDIMENTARIOS

En Ossa Morena, al igual que en el resto de España y en algunas regiones del NO del Anti Atlas marroquí, la transgresión cámbrica comienza con el depósito de areniscas entre las que suelen intercalarse niveles de conglomerados. Estas facies están representadas en Ossa Morena por la Formación Torreárboles, en la zona Galaico-castellana por las Areniscas de Azorejo, en la zona Astur-occidental-Leonesa por la cuarcita de Cándana, en la Cordillera Ibérica por la Cuarcita de Bámbolea y en la Sierra de La Demanda por la Cuarcita del Puntón. La similitud de estos depósitos en áreas tan alejadas actualmente, indica unas condiciones generales de sedimentación muy semejantes, la existencia de áreas emergidas próximas erosionándose y un clima más o menos homogéneo (de frío a templado) que impide el depósito de evaporitas y restringe el desarrollo y diversidad de las formas de vida.

La transgresión alcanza su cota máxima al final del Ovetiense o al principio del Marianiense según las áreas, y es acompañada por el depósito de calizas algales y por el desarrollo de biohermos de Arqueociatos en un clima más benigno.

Al final del Marianiense comienza un ciclo regresivo coincidiendo con el aumento progresivo de los depósitos terrígenos que culmina con depósitos de areniscas de grano grueso e incluso en las áreas más occidentales con el depósito de conglomerados y microconglomerados. Estos últimos depósitos corresponderían al punto máximo de la regresión del Cámbrico inferior que estaría representado en Ossa Morena Occidental por el miembro Castellar, y por el miembro I de la Formación Los Villares, en la región oriental. Un exponente de este fenómeno podría constituirlo en el sur de la Cordillera Ibérica, la Arenisca de Daroca.

De este modo, el Cámbrico inferior de Ossa Morena viene representado por un ciclo transgresivo-regresivo que comienza y termina con el depósito de areniscas y conglomerados y que presenta en su parte media depósitos de carbonatos.

La serie estratigráfica del Cámbrico medio está poco conocida y sólo se tienen datos de la base. El Cámbrico medio coincide a grandes rasgos con la segunda transgresión cámbrica que da lugar al depósito de pizarras margosas con trilobites en una plataforma marina abierta y de aguas templadas.

CUBETAS CAMBRICAS

Al estudiar parte de los materiales cámbricos de cada uno de estos dominios, se ha visto que extensas áreas presentaban características estratigráficas diferentes, y que los límites entre ellas venían definidos por alineaciones precámbricas o más frecuentemente por fallas. Curiosamente, cada una de las áreas diferenciadas se situaban más o menos paralela a los grandes accidentes tectónicos de dirección NO-SE, que de este modo nos marcarían también los cambios de facies generales que se producen entre los afloramientos cámbricos de Ossa Morena. Estas áreas cám-

bricas que llamaremos cubetas se definen como unidades geológicas caracterizadas por una misma sucesión de formaciones estratigráficas, a lo largo del tiempo.

A continuación se abordará el estudio de las cubetas reconocidas hasta el momento y se indicará el estado actual de los conocimientos para cada una de ellas.

- Cubetas del Dominio Córdoba-Alanfís.- Se han diferenciado por el momento cuatro cubetas con características propias: Cubeta de la Sierra de Córdoba, Cubeta de Alconera, Cubeta de Zafra y Cubeta de Cerro Calvo.

Las características de la Cubeta de la Sierra de Córdoba y las formaciones que la integran han sido ya expuestas ampliamente (LIÑAN, 1974 y 1979). Esta comienza desde la localidad de Alcolea de Córdoba, con afloramientos situados en la margen izquierda del río Guadalquivir, se continúa por toda la Sierra de Córdoba, y se extiende por Llerena y Valencia de las Torres para terminar antes de llegar a los Santos de Maimona (fig. 4). Lo más peculiar es que los materiales carbonatados comienzan a presentarse en el Ovetiense inferior y se siguen depositando durante casi todo el Cámbrico inferior. Esta sedimentación comienza en facies rizadas, seguida de facies de calizas laminadas por mallas de Algas y de calizas con Arqueociatos, sucesión que es típica de esta cuenca. La parte superior se caracteriza respecto a otras cubetas conocidas por el predominio de la facies de dolomías y la presencia de calizas con sílex. El Cámbrico medio, a diferencia de otras cuencas no presentan intercalaciones volcánicas significativas. No se conocen facies de margocalizas nodulosas, de slumps, ni de rocas volcano-sedimentarias. La facies de pizarras con trilobites está poco desarrollada durante el Cámbrico inferior y al parecer restringida al Ovetiense.

La cubeta de Alconera ha sido estudiada por diversos autores. En 1981, LIÑAN y PEREJON la delimitan y definen formalmente las formaciones del Cámbrico inferior que la integran (en este trabajo se hace un resumen de los antecedentes geológicos). Esta cubeta comien

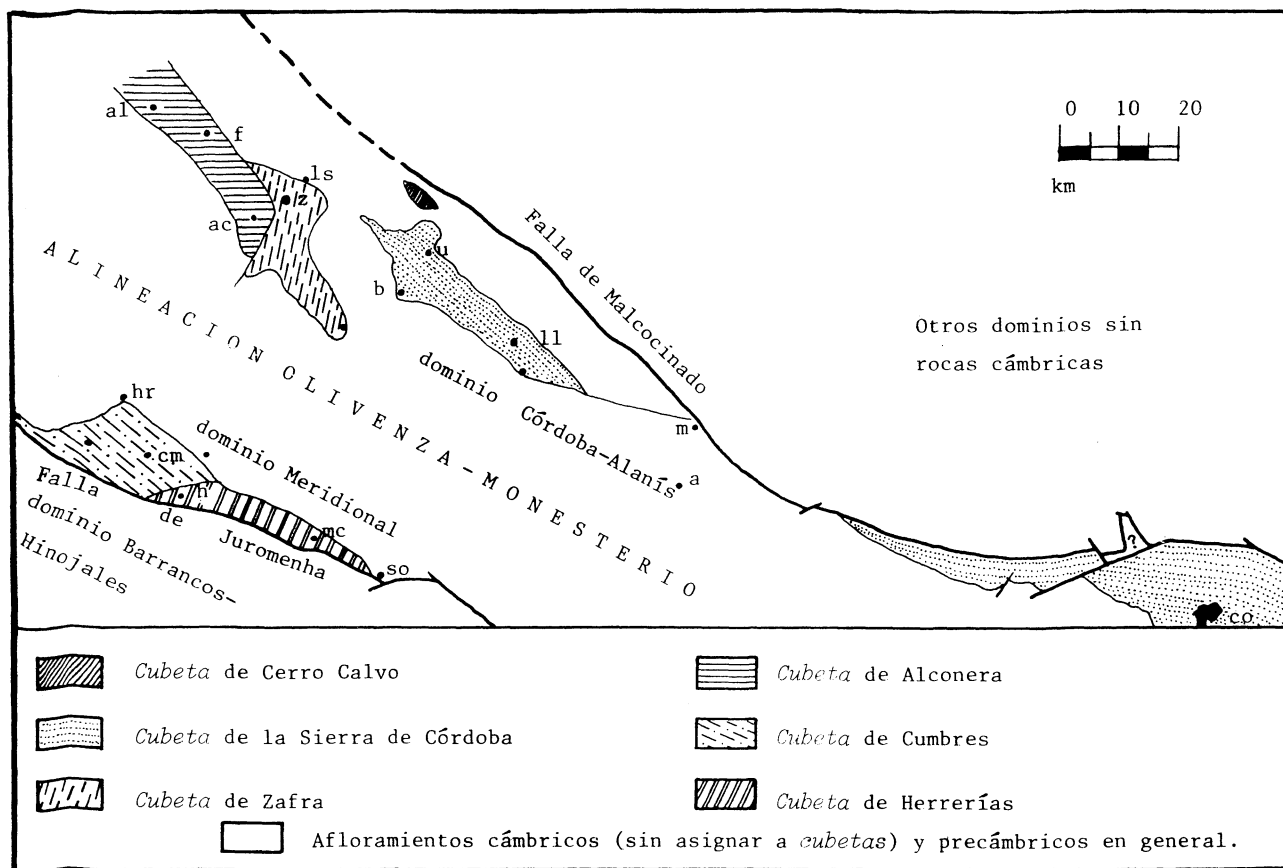


Fig. 4: *Cubetas* diferenciadas en el Cámbrico de Ossa Morena. al=Almendralejo, f=Feria, z=Zafra, ls=Los Santos, ac=Alconera, fc=Fuente de Cantos, u=Úsagre, b=Bienvenida, a=Alanís, ll=Llenera, m=Malcocinado, co=Córdoba, hr=Higuera la Real, cm=Cumbres Mayores, so=Santa Olalla.

za al oeste de la falla de Atalaya, viene delimitada al norte por la falla de Feria, al sur por la alineación precámbrica de Olivenza-Monesterio, y se extiende por el este hasta más allá del condado de Feria. Es típico la desaparición de las facies carbonatadas en el Marianiense superior, y la aparición de la facies de calizas con Arqueociatos y de la facies rizada en el Marianiense inferior, por este orden. El cámbrico medio se presenta en facies volcano-sedimentaria, con intercalaciones de rocas volcánicas ácidas y básicas. La facies de Trilobites está ampliamente representada en el Marianiense, mientras que la facies de dolomías está escasamente representada en la columna, y la facies de slumps no se conoce.

La cubeta de Zafra fue definida y delimitada por LIÑAN y PEREJON, 1981, que la separan definitivamente de la cubeta de Alconera con la que había sido confundida. Las formaciones estratigráficas que la integran no están definidas formalmente. Se extiende desde Fuente de Cantos hasta más allá de Zafra y ocupa los afloramientos situados al norte de la falla de Feria incluidos los de la Sierra de los Olivos. Los carbonatos tienen como en la Sierra de Córdoba una gran extensión en la columna, pero la sucesión de facies es distinta. La sedimentación carbonatada comienza con facies de niveles de slumps y de calizas laminadas de mallas de algas. No se conocen las facies de pizarras con Trilobites, ni de calizas con Arqueociatos, por lo que en caso de existir deben estar poco desarrolladas. Es característico de la parte superior de la serie el gran desarrollo de la facies de dolomías y de calizas detríticas. No se conoce el Cámbrico medio.

La cubeta de Cerro Calvo no está suficientemente conocida, pero la sucesión de facies observada en el campo permite diferenciarla de las anteriores. Es característico la ausencia de la facies de calizas con sílex y la aparición por encima de los últimos niveles carbonatados de la facies volcano-sedimentaria.

Su extensión conocida se reduce a los afloramientos del Cerro Calvo.

- Cubetas del Dominio Meridional. - Los estudios realizados permiten diferenciar por el momento dos cubetas con características propias: la Cubeta de Cumbres y la Cubeta de Herrerías. Las formaciones cámbricas que las integran no están definidas formalmente, por lo que los nombres de ellas han sido, a veces, mal empleados.

La cubeta de Cumbres se extiende por el sur de Higuera La Real, incluye los pueblos de Cumbres y continúa al otro lado de la falla del mismo nombre que la divide en dos partes, hasta llegar a la falla de Juromenha. La sucesión estratigráfica ha sido establecida recientemente (COULLAUT et al., 1980); si bien el hecho de estar limitada la cuenca por fallas, impide conocer el muro de la serie. Los niveles más bajos conocidos se presentan en facies carbonatadas, entre las que predominan las calizas de Algas, que están afectadas por una fuerte deformación. Sobre ellas se disponen por orden estratigráfico ascendente niveles en facies rizadas, facies de alternancias, facies de pizarras con trilobites, de areniscas y volcano-sedimentaria, con volcánicas ácidas.

La cubeta de Herrerías fué estudiada por SCHNEIDER (1939 y 1941) que levanta la serie estratigráfica de la misma. Se extiende a lo largo del sinclinal de Herrerías desde la Mina de Cala hasta Hinojales. SCHNEIDER incluye también en esta cubeta a los materiales que afloran al otro lado de la Sierra del Bujo, entre Arroyomolinos y Fuentes de León, pero el estado de los trabajos no permite su inclusión con seguridad, por el momento. Se diferencia esta cubeta de la de Cumbres en presentar la facies de pizarras con Trilobites directamente encima de la facies rizada. Más arriba se sitúan capas en facies de pizarras con icnofósiles y posteriormente en facies de alternancias. Los trilobites presentan permiten concluir que el depósito de carbonatos termina en esta cubeta con el Marianiense inferior; es decir, antes que en la Cubeta de Alconera y probablemente un poco después que en la de Cumbres.

CONCLUSIONES

Como ya expresaron autores anteriores, la Zona de Ossa Morena se

caracteriza por presentarse dividida en bloques (dominios) que están delimitados por accidentes tectónicos en su mayoría y que tienen unas peculiares características paleogeográficas que hacen posible su diferenciación. Esta compartimentación en Dominios se inicia en el Precámbrico y se continúa durante el Paleozoico, de modo que en cada uno de ellos se producen sedimentaciones y/o erosiones selectivas para cada segmento de tiempo, que es el criterio empleado para su reconocimiento y caracterización. Esta compartimentación influyó en la sedimentación cámbrica durante ciertos períodos de tiempo como por ejemplo en la base del Cámbrico, pero no controló la distribución de facies en todo momento, como es el caso de las facies de trilobites del Marianiense desarrolladas en varios dominios a la vez.

El estudio de una extensa área de Ossa Morena con sedimentación cámbrica posibilita el reconocimiento de un nuevo dominio situado al norte del accidente de Juromenha y que es denominado Dominio Meridional.

El análisis de las facies carbonatadas y detríticas del Cámbrico permite deducir la existencia de diferentes cubetas sedimentarias dentro de cada dominio.

La aplicación de este nuevo esquema del Cámbrico a los estudios de geología económica de Sierra Morena, permitirá clasificar a cada cubeta por su potencial interés económico y puede servir en el futuro para ayudar a una mejor comprensión de la estructura geológica y de la génesis de sus yacimientos. A este respecto, conviene señalar que la mayoría de las mineralizaciones relacionadas con carbonatos se asocian o se localizan en materiales de origen algal (calizas criptalgales, calizas bioconstruidas por algas y calizas estromatolíticas) sobre las que inciden diversos fenómenos geológicos. De este modo, este tipo de facies representan en la región un buen metalotecto, al igual que sucede en otras áreas del mundo (GARLICK, 1964; MENDELHSON, 1976; TUDINGER y MENDELSON, 1976) lo que plantea el cada vez mejor conocimiento de la distribución de las facies algales en Sierra Morena.

Dentro de una misma cubeta, las facies pueden repetirse a lo largo de la columna y caracterizar así asociaciones de facies en el tiempo. Las asociaciones de facies en el tiempo permiten definir y diferenciar las formaciones estratigráficas que integran cada cubeta. Todo ello permite analizar con rigor científico la nomenclatura estratigráfica existente, para de este modo desechar aquella que fue mal empleada (para varias cubetas a la vez) y crear una nueva en aquellos casos que la claridad de términos lo aconseje.

El estudio de las faunas de trilobites confirma la distinta edad que tiene cada facies y asociación de facies dentro de cada cubeta, por lo que no es recomendable el empleo de ellas como criterio de correlación entre cubetas. Incluso dentro de una misma cubeta, se ha comprobado que los límites de algunas formaciones son heterócronos.

Las asociaciones de trilobites encontradas permiten caracterizar en Ossa Morena la base del Ovetiense y todo el Marianiense. Este último puede subdividirse en tres partes: inferior, medio y superior en función de sus faunas de trilobites, cuestión que se abordará posteriormente en un trabajo más específico.

El estudio conjunto de los trilobites y de las sucesiones de facies definen el Cámbrico inferior de Ossa Morena como un ciclo transgresivo-regresivo y señalan la coincidencia del comienzo del Cámbrico medio con la segunda transgresión cámbrica.

AGRADECIMIENTOS

A los Dres. A. PEREJON y L. VILAS de la Universidad Complutense de Madrid, por las múltiples sugerencias al manuscrito original. Al Dr. GONÇALVES de la Universidad de Evora por sus comentarios respecto al Cámbrico de Portugal.

BIBLIOGRAFIA

- BARD, J.P. (1964): Observaciones sobre la Estratigrafía del Paleozoico de la Región de Zafra (Provincia de Badajoz, España): Not. Com. IGME., 76, p. 175-180.
- BARD, J.P. (1965).- Introduction à la géologie de la Chaîne hercynienne dans la Sierra Morena occidentale (Espagne): Rev. Geogr. Phys. 7(4), p. 323-337.
- BARD, J.P. (1969).- Le métamorphisme régional progressif de Sierra d'Aracena en Andalousie occidentale (Espagne): Thes. Doct. Univ. Montpellier, 398 p.
- COBBOLD, E.S. (1935).- A new genus of the Trilobites and a new species of the Conchostraca from the Cambrian of Carteret region, NW France: Ann. Mag. Nat. Hist., 10 (15), p. 381-392.
- COULLAUT, J.L.; FERNANDEZ-CARRASCO, J.; GIL CID, L. y PEREJON, A. (1980).- Itinerario geológico Encinasola-Alconera: Resúmenes itinerarios, Exc. guía 2^a Reunión G.E.O.M. Monesterio (Badajoz).
- CHACON, J. y PASCUAL, E. (1979).- El anticlinorio Portalegra-Badajoz-Córdoba, divisoria entre las zonas Centro-Ibérica y Ossa Morena (sector SW del Macizo Ibérico): Cuadernos Geol., 8, p. 22-35.
- DELGADO, M.; LIÑAN, E.; PASCUAL, E. y PEREZ LORENTE, F. (1977).- Criterios para la diferenciación de Dominios en Sierra Morena Central: Studia Geológica, 12, p. 75-90.
- FLORIDO, P. y QUESADA, C. (1981).- Estado actual de conocimientos sobre el Macizo de Aracena: Libro-guía 3^a Reunión Grupo Ossa-Morena, Villaviciosa, 30 p.
- GARCIA HERNANDEZ, M. y LIÑAN, E. (en prensa).- Estromatolitos y facies asociadas en la Formación Santo Domingo (Cámbrico inferior de la Sierra de Córdoba): Libro Homenaje a José María Ríos. I.G.M.E.

- GARLICK, W.G. (1964).- Association of mineralization and algal reef structures on Northern Rhodesian Copperbelt, Katanga and Australia: *Econ. Geol.*, 59, p. 416-427.
- GIL CID, M.D. (1971).- Nuevo yacimiento de Trilobites en el Cámbrico inferior de Huelva (Sierra Morena): *Estudios Geol.*, 27, p. 293-296.
- GIL CID, M.D. (1972).- Aportación al conocimiento del Cámbrico inferior de Sierra Morena: *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 70, p. 215-222.
- GIL CID, M.D. (1973).- Nota preliminar sobre el contenido faunístico y edad del Cámbrico de Zafra y Alconera (Badajoz): *Bol. Geol. Min.*, 84 (1), p. 26-31.
- GIL CID, M.D. (1978).- El género Hicksia y su interés bioestratigráfico en el Cámbrico inferior de España: *Estudios Geol.*, 34, p. 29-32.
- GONCALVES, F. (1971).- Subsídios para o conhecimento geológico do Nordeste alentejano: *Serv. Geol. Portugal, Memoria n° 18 (Nova Serie)*, 62 p.
- GONCALVES, F. (1978).- Estado actual do conhecimento geológico do nord-este alentejano: *IV Curso Extensao Univ. Cienc. Geol., Fac. Ciencias de Lisboa*, p. 1-23.
- GONCALVES, F. y PINTO COELHO, A.V. (1974).- Notícia explicativa da folha 36-B Estremoz, E. 1/50.000: *Serv. Geol. Portugal*, 64 p.
- GUTIERREZ ELORZA, M.; HERNANDEZ ENRILE, J.L. y VEGAS, J.R. (1971).- Los grandes rasgos geológicos del Sur de la provincia de Badajoz y Norte de Huelva: *Bol. Geol. Min.*, 82, (3/4), p. 269-273.
- HENNINGSMOEN, G. (1958).- Los trilobites de las capas de Sankian-da. Cámbrico inferior en Andalucía: *Estudios Geol.*, 14 (35/36), p. 251-272.

- HERRANZ, P.; SAN JOSE, M.A. de y VILAS, L. (1977).- Ensayo de correlación del Precámbrico entre los Montes de Toledo occidentales y el Valle del Matachel: Estudios Geol., 33, p. 327-342.
- JULIVERT, M. (1978).- Algunas bases para una correlación paleogeográfica entre los macizos Hercinianos del Occidente de Europa: Cuad. Sem. Est. Cerám. Sargadelos, 27, p. 159-191.
- LAUS, L. (1969).- Stratigraphie und Tektonik im Sudlichen Teil der Provinz Badajoz (Spanien): Diss. Univ. Münster, 131 p.
- LIÑAN, E. (1974).- Las formaciones cámbricas del norte de Córdoba: Acta Geol. Hispánica, 9 (1), p. 15-20.
- LIÑAN, E. (1979).- Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba: Tes. Doct. Univ. Granada, 191 p.
- LIÑAN, E. y DABRIO, C. (1974).- Litoestratigrafía del tramo inferior de la Formación de Pedroche (Cámbrico inferior) (Córdoba): Acta Geol. Hispánica, 9 (1), p. 21-26.
- LIÑAN, E. y PEREJON, A. (1981).- El Cámbrico inferior de la Unidad de Alconera, Badajoz (SW de España): Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 79, p. 125-148.
- LIÑAN, E. y SCHMITT, M. (1981).- Microfósiles de las calizas precámbricas de Córdoba (España): Temas Geol. Min., 4, p. 171-194.
- LIÑAN, E. y SDZUY, K. (1979).- A trilobite from the Lower Cambrian of Córdoba (Spain) and its stratigraphical significance: Senckenbergiana Lethaea, 59 (4/6), p. 387-399.
- LOTZE, F. (1945).- Zur Gliederung der Varisziden der Ibetischen Meseta: Geoteknishe Forschungen, 66, p. 1-12. Traducción de J.M. Ríos: Observaciones respecto a la división

de las variscides de la Meseta Ibérica: Public. Extraj. del Inst. L. Mallada, C.S.I.C., V, p. 149-166.

- LOTZE, F. (1961).- Stratigraphie. En Lotze y Sdzuy "Das Kambriums Spaniens": Akad. Wiss. Lit. Abh. mathem. natur. wiss., Kl. 6, p. 1-216. Traducción española por J. Gómez de Llarena: El Cámbrico de España. Estratigrafía: Mem. Inst. Geol. Min. España, 75, p. 1-256.
- MENDELSONN, F. (1976).- Mineral deposits associated with stromatolites: En Walter (edit.): "Stromatolites": Developments in Sedimentology, 20, p. 646-662, Elsevier. Amsterdam.
- PARGA, J.R. (1970).- Evolución del Macizo Hespérico en los tiempos antemesozoicos y sus relaciones con otras áreas europeas: Bol. Geol. Min., 81 (2/3), p. 115-143, y Trab. Lab. Geol. Lage., 38.
- PEREJON, A. (1973).- Contribución al conocimiento de los Arqueociátidos de los yacimientos de Alconera (Badajoz): Estudios Geol., 29, p. 179-206.
- PEREZ-LORENTE, F. (1981).- Geología de la zona Ossa-Morena al norte de Córdoba (Pozoblanco-Belmez-Villaviciosa de Córdoba): Tes. Doct. Univ. Granada, 281, p. 1-340.
- REPINA, L.N. (1966).- Trilobites del Cámbrico inferior del sur de Siberia (Superfamilia Redlichioidea): Acad. Cienc. URSS, Rama Siberiana Trab. Inst. Geol. Geof., 203, p. 1-90.
- RITCHER, R. y E. (1940).- Die Sankianda-Stufe von Andalusien, eine fremde Fauna im europäischen Ober-Kambrium: Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., 450, p. 1-88.
- RITCHER, R. y E. (1941).- Die faune des Unter-Kambriums von Cala in Andalusien: Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., 455, p. 1-90.

- ROBARDET, M. (1976).- Originalité du segment hercynien sud-ibérique au Paleozoïque inférieur: Ordovicien, Silurien et Dévonien dans le Nord de la province de Séville (Espagne): C. R. Ac. Sc. Paris, 283, p. 999-1002.
- SCHNEIDER, H. (1939).- Altpalaeozoikum bei Cala in der westlichen Sierra Morena: Diss. Univ. Berlin, 72 p.
- SCHNEIDER, H. (1941).- Das Kambrium der Herrerias-Mulde bei Cala. En R. y E. Richter: "Die Fauna des Unter-Kambriums von Cala in Andalusien:: Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., 455, p. 5-14.
- SDZUY, K. (1962).- Trilobiten aus dem Unter-Kambrium der Sierra Morena (S-Spanien): Senck. Leth., 43 (3), p. 181-229.
- SDZUY, K. (1971).- Acerca de la correlación del Cámbrico inferior en la Península Ibérica: Publ. I Congr. hispano-luso-amer. Geol. econom., 2, 1:753-768, Madrid 1971 (1971 a).
- SDZUY, K. (1971).- La subdivisión bioestratigráfica y la correlación del Cámbrico medio: Publ. I Congr. hispano-luso-amer. Geol. econom., 2, 1:769-782, Madrid 1971 (1971 b).
- SDZUY, K. (1978).- The Precambrian-Cambrian boundary beds in Morocco (Preliminary Report): Geol. Mag., 115 (2), p. 83-94.
- SDZUY, K. (1961).- Trilobiten. En Lotze y Sdzuy: "Das Kambrium Spaniens": Akad. Wiss. Lit. Abh. math. naturwiss, 7-8, p. 217-408.
- SUVOROVA, N.P. (1960).- Trilobity Kambrija vostočnoj sibirskoj platfomy 2, Olenellidy-Granulariidy: Akad. Nauk SSSR, Trudy paleont. Inst., 84, p. 1-238.
- TEXEIRA, C. y GONCALVES, F. (1980).- Introdução a Geologia de Portugal: Inst. Nac. Inv. Cient., 475 p.

- TRUDINGER, Ph. A. y MENDELSON, F. (1976).- Biological processes and mineral deposition. En Walter, M.R. (edit.) "Stromatolites": Developments in Sedimentology, 20, p. 663-672, Elsevier, Amsterdam.
- VAZQUEZ GUZMAN, F. y FERNANDEZ POMPA, F. (1976).- Contribución al conocimiento geológico del Suroeste de España en relación con la prospección de depósitos de magnetitas: Mem. Inst. Geol. Min. España, 89, p. 1-130.
- 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., 27, p. 419-425.
- ZAMARREÑO, I. (1977).- Early Cambrian Algal Carbonates in southern Spain. En Flügel (edit.): Fossil Algae-Recent results and developments: Springer-Verlag, p. 360-365, Heidelberg.
- ZAMARREÑO, I. (1978).- Tipos y distribución de facies en el nivel carbonatado del Cámbrico de España: Cuad. Sem. Est. Cerám. Sargadelos, 27, p. 287-311.