

EVOLUCION DE FACIES EN EL JURASICO CALCAREO DEL SECTOR SUR-ORIENTAL DE LA PROVINCIA DE BURGOS

I. VALLADARES*

RESUMEN.- El estudio estratigráfico de los materiales del Jurásico calcáreo en el borde occidental de la cuenca de Cameros, permitió diferenciar tres tramos desde el inicio del ciclo jurásico hasta la deposición de la «facies Purbeck».

Estudiando los caracteres sedimentológicos de estos tres tramos, textura deposicional, estructuras primarias, etc., se han diferenciado varias facies en cada uno de los tramos. La mayoría de estas facies tienen una amplia representación en toda la región.

La evolución de estas facies permite observar claramente un ciclo transgresivo-regresivo que se inicia al principio del Jurásico en un medio salobre. Evoluciona hacia unas condiciones de plataforma abierta hasta el paso Lias-Dogger, donde se da el máximo avance de la transgresión. Empieza a marcarse el carácter regresivo al principio del Dogger con el desarrollo de bancos de esponjas y barras, finalizando el ciclo en el Bathoniense superior Calloviense inferior según las distintas zonas, bajo estas condiciones.

SUMMARY.- The stratigraphic study of the calcareous Jurassic in the west margin of the Cameros Basin, allowed to differentiate three units since the beginning of the Jurassic cycle to the deposition of the Purbeck facies.

Seeing the sedimentological characteristics, depositional teture, primary structures, etc., of these three units several facies in each unit have been differentiated. Most of these facies are widely represented in this region.

The evolution of these facies clearly demonstrates a transgressive-regressive cycle that begins with the initiation of the Jurassic time in a brackish environment. It changes into an open shelf environment until the Lias-Dogger time, where maximum transgression is reached. The regression begins with the first deposits of the Dogger age, consisting of sponge beds and bars, terminating the cycle with these conditions in the Upper Bathonian-Lower Callovian depending on the localities.

*Departamento de Estratigrafía, Facultad de Ciencias, Salamanca.

INTRODUCCION

El Jurásico marino del borde occidental de la cuenca de Cameros está constituido por una serie fundamentalmente calcárea, dentro de la cual se pueden diferenciar tres tramos con carácter regional y que tienen un cierto valor cronoestratigráfico.

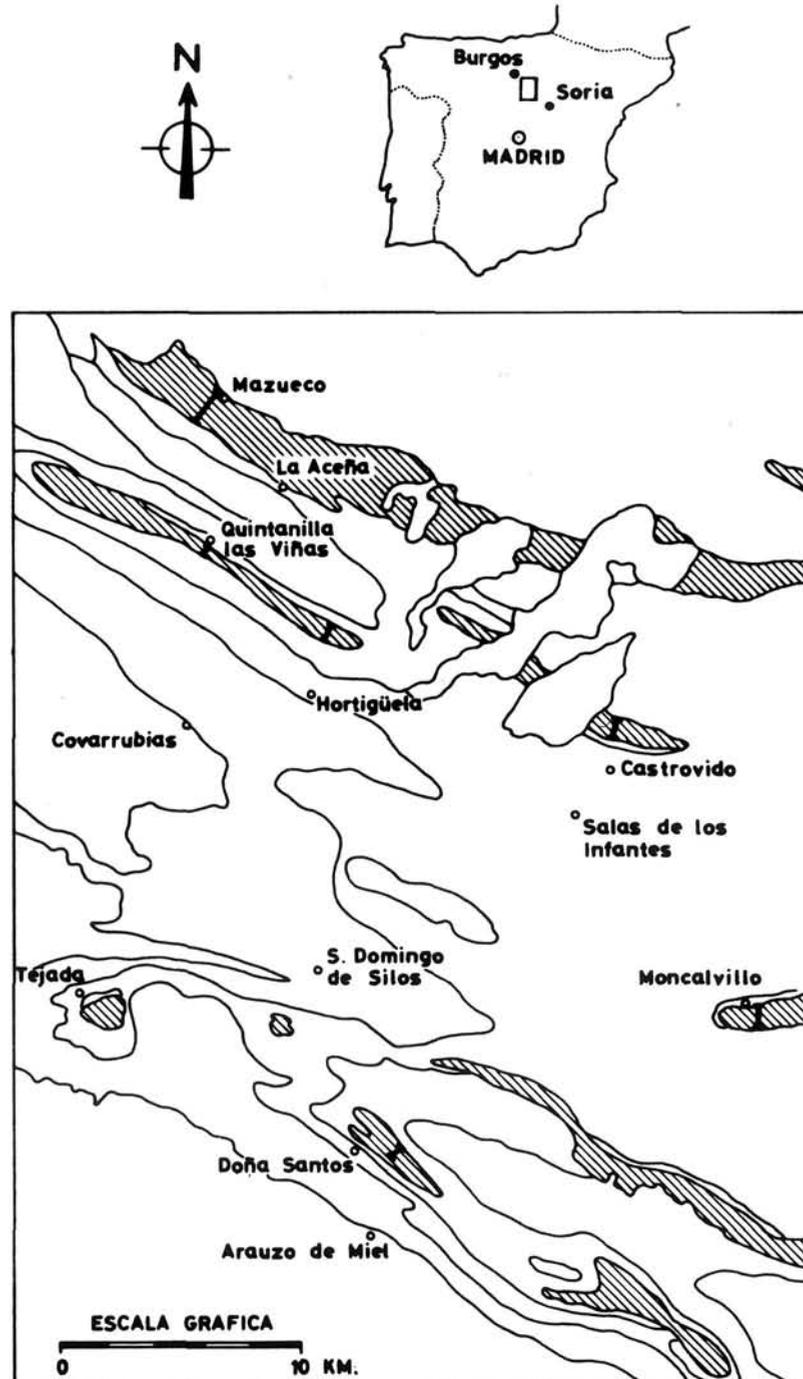


FIG. 1. Situación geográfica. Distribución de afloramientos jurásicos y situación de las series estudiadas.

La descripción de estos tramos con sus caracteres más importantes fue realizada anteriormente (VALLADARES, 1976). El inferior, denominado «tramo dolomítico» corresponde a la llamada facies carniolas; calizas dolomíticas, cavernosas, con recristalizaciones de calcita e intercalaciones de dolomías. El límite inferior de edad se desconoce por ausencia de fauna, mientras que el límite superior llega al Sinemuriense superior, identificado por fauna de ammonites (*Zona raricostatum*) en el techo del tramo (MENSINK, 1965).

El medio, denominado «tramo margoso» corresponde a una alternancia de margas y calizas. Hay una variación lateral y vertical de la relación entre ambas, pero hay mayor abundancia de margas hacia el techo y al N de la región. La edad abarca desde el Sinemuriense superior al Bajociense inferior (*Zona murchisonae*).

El superior, denominado «tramo calcáreo», son calizas arenosas, amarillentas, bien estratificadas; aumenta el contenido en detríticos hacia el techo y presenta en algunas zonas oolitos ferruginosos. La edad comprende desde el Bajociense medio (*Zona sowerbyi*) al Bathoniense superior, en la banda de afloramientos situada más al SW (Doña Santos) y al Calloviense inferior en las bandas situadas más al NE (Quintanilla-Castrovido y Mazueco) (MENSINK, 1965; BULLARD *et al.*, 1973) (Fig. 1).

El techo del Jurásico calcáreo lo constituyen en toda la región los sedimentos de la «facies Purbeck».

TIPOS DE FACIES Y DISTRIBUCION

Apoyándose en los datos de campo anteriormente estudiados (VALLADARES, 1976) y mediante un estudio en lámina delgada de los caracteres sedimentológicos, textura deposicional, etc., se han diferenciado varias facies dentro de cada tramo. La mayoría de estas facies tienen una amplitud regional, teniendo poco desarrollo tanto lateral como vertical aunque su distribución en el tiempo presenta pequeñas variaciones; algunas de ellas, sin embargo, se encuentran muy localizadas. Las facies diferenciadas son las siguientes:

A.- TRAMO DOLOMITICO

1.- *Facies de calizas mudstone* (Lam. III, 1)

Esta facies aparece únicamente en la base del tramo, por lo cual, solo se ha podido identificar en el NW de la región (Mazueco), donde llega a tener 90 m. de espesor.

Son calizas micríticas que empiezan a ser dolomitizadas, generalmente presentan una fuerte recristalización, aunque todavía se pueden observar rasgos de la textura deposicional. Son frecuentes las laminaciones que vienen marcadas, cuando la recristalización no es muy fuerte, por pellets y en ocasiones óxidos de hierro y otros residuos insolubles. Estas láminas son probablemente producidas por la actividad de algas azules-verdes.

En ocasiones se encuentran brechificadas, favorecido por las abundantes recristalizaciones de calcita en cavidades y vetas, dando intraclastos muy angulosos.

La porosidad es elevada, de tipo fenestral y de fractura (CHOQUETTE y PRAY, 1970), y se encuentra cerrada por un mosaico de calcita; en algunos de los poros se observa estructura geopetal (Lám. III, 1). Presenta detríticos de tamaño limo que nunca alcanzan el 1 %.

2.- *Facies de calizas cristalinas* (Lám. III, 2)

Se corresponde lateralmente con la anterior y únicamente se ha podido localizar en los niveles superiores de Castrovido, donde tiene 8 m. de espesor.

La textura deposicional está completamente borrada a causa de la recristalización sufrida, dando un mosaico de micro- y pseudoesparita; probablemente se trataba de calizas mudstone similares a las anteriores, en las que empieza un proceso de dolomitización.

Hay laminación recta y ondulada que en algunas de las muestras están rotas; se encuentran marcadas por distintos tamaños de cristales de calcita (Lám. III, 2) y en ocasiones por óxidos de hierro. Como en la facies anterior, es probable que sean debidas a la actividad de algas azules-verdes.

La porosidad es muy baja, de tipo móldico y de fractura; está completamente cerrada por un mosaico «drusy» de calcita (ORME y BROWN, 1963). Presenta detríticos de tamaño limo que no alcanzan el 1 %. En una de las muestras hay algunos cristales de anhidrita, que se encuentran en el centro de los poros cerrados por esparita de relleno de cavidad.

3.- *Facies de dolomías mudstone* (Lám. III, 3 y 4)

La facies de calizas mudstone pasa verticalmente, y está interestratificada con la facies de dolomías mudstone, mientras que es el paso hacia arriba de las calizas cristalinas, presentándose tanto en Mazueco como en Castrovido con un desarrollo similar (7-10 m.).

Son dolomías de grano medio a fino, con laminación recta y ondulada, marcadas por óxidos de hierro, materia orgánica, otros residuos insolubles y más escasamente pellets, (Lám. III, 3); estas láminas están en ocasiones rotas, llegando a formar intraclastos.

El contenido en detríticos tamaño limo, llega a alcanzar en algunas zonas el 1 %. Son frecuentes, aunque no abundantes, los cristales de anhidrita, que aparecen parcial o totalmente disueltos (Lám. III, 4).

La porosidad es baja, de tipo fenestral, fractura y móldica, ésta última producida por disolución total o parcial de cristales de anhidrita. Toda la porosidad está parcialmente cerrada por un mosaico de calcita. En una muestra aparece estructura geopetal.

B.- TRAMO MARGOSO

1.- *Facies de calizas mudstone* (Lám. III, 5)

Aparece en la base del tramo margoso en todas las zonas, excepto en Doña Santos donde no llega a aparecer este tramo, pero el mayor desarrollo se da en Castrovido, donde llega a los 100 m.; en las demás regiones oscila entre 30 y 25 metros.

Son calizas micríticas, donde el componente casi exclusivo son los fósiles, ya que de otro tipo de aloquímicos, sólo los pellets e intraclastos aparecen en proporción inferior al 1 % y con extensión lateral y vertical muy pequeña. Los pellets aparecen sólo en algunas muestras de Mazueco, mientras que los intraclastos se encuentran en una muestra de la base de Mazueco, compuestos por microesparita dolomitizada, y en una muestra de Quintanilla; éstos últimos son intraclastos ferruginosos, muy retrabajados y que tienen como componentes dentro de su estructura, Acicularia, equínidos, moluscos, ostrácodos, pellets y cuarzo, empastados en una matriz ferruginosa.

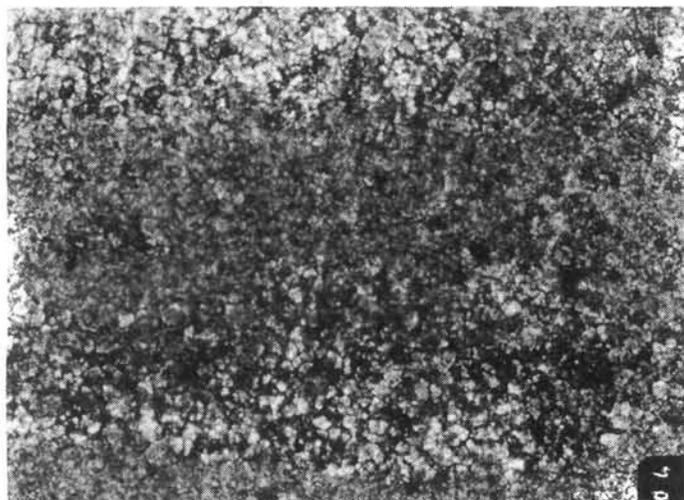
Los bioclastos que presenta esta facies son fundamentalmente de tipo bentónico, mientras que los planctónicos son bastante más escasos aunque siempre existentes. Son sobre todo, braquiópodos, moluscos, placas y espinas de equínidos (Lám. III, 5), y en menor proporción, foraminíferos y ostrácodos de valvas finas y gruesas; son muy escasos, gasterópodos, briozoos, espículas de esponjas y algas desycladáceas (que aparecen únicamente en una muestra de la serie de Moncalvillo).

Los aloquímicos a menudo están muy redondeados, sobre todo al NW (Mazueco), lo que indica que proceden de un medio de alta energía y se han depositado en un medio de baja energía con gran producción de fango; tenemos por tanto una inversión textural (FOLK, 1951), que es muy frecuente en esta facies.

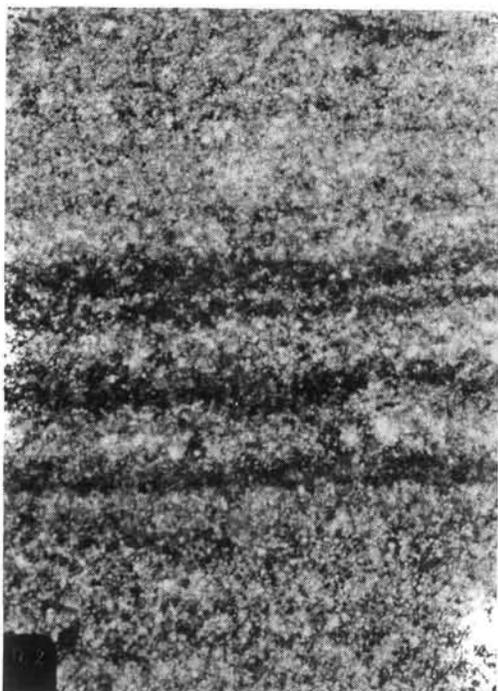
En la parte inferior presenta laminación paralela marcada por orientación de fauna, en Mazueco, mientras que en Valparaíso presenta estratificación cruzada planar, ambas generalmente escasas, sin que se hayan localizado en otras regiones. Sin embargo, son muy abundantes en esta facies la bioturbación y los «burrows» horizontales y verticales.



1



2



3

LAMINA III

1. Caliza mudstone recristalizada a microesparita. Obsérvese a la derecha de la foto estructura geopetal y a la izquierda mallas de algas. Techo hacia arriba, X 50.

2. Laminaciones marcadas por cristales de pseudoesparita y microesparita en las calizas cristalinas, X 50.

3. Laminaciones marcadas por pellets en microesparita. Facies de dolomías mudstone, X 50.

4. Dolomía mudstone en la que hay porosidad móldica rellena en su mayor parte por mosaico de calcita; queda algo de anhidrita en el hueco de la parte inferior izquierda. Cristal de anhidrita a la derecha, X 32.

5. Caliza mudstone con fragmentos de braquiópodo y moluscos. Placa de equinido con cristales de pirita concentrados en torno a él, X 32, N.C.



4



5

El contenido en detríticos es muy bajo, aunque en ocasiones llega a alcanzar el 2 % en Valparaíso y Castrovido; cuando ocurre esto, siempre se da en la parte más inferior de la facies, perdiendo los detríticos rápidamente hacia arriba, hasta proporciones inferiores al 1 % que son las características de toda la facies y siempre con tamaños limo. Es muy abundante el contenido en piritita (Lám. III, 5); generalmente aparece dispersa por la roca o rellenando cámaras de fósiles, pero en ocasiones se congrega en tubos perforantes.

La porosidad es nula o muy baja de tipo móldico, de fractura y fenestral, cerradas por un cemento granular generalmente de calcita ferrosa.

2.- *Facies de calizas oolíticas* (Lám. IV, 1)

Esta facies se corresponde lateralmente con la anterior. Se ha podido localizar únicamente en la base de Valparaíso, pasando en esta zona hacia arriba a la facies anterior de calizas mudstone. Su desarrollo es mínimo, pues no supera los 2 metros.

Se trata de calizas grainstone, cuyos componentes principales son los oolitos, sobre todo los superficiales (WOLF, 1960), todos ellos con buen calibrado (Lám. IV, 1); presentan la estructura concéntrica y radial y el núcleo es orgánico o detrítico. Los intraclastos son también muy abundantes, tanto los complejos como los micríticos, resultantes estos últimos, probablemente de un proceso de micritización de fósiles, muy frecuente en esta facies (Lám. IV, 1); todos ellos tienen un cemento en orla de calcita. Además hay en menor proporción peloides, rodeados también con alguna envuelta oolítica. Entre los bioclastos se encuentran placas de equínidos, fragmentos de moluscos y algas laminares, todos ellos en muy baja proporción y con envueltas oolíticas y/o micríticas. Todos los aloquímicos tienen elevada madurez y muy buena clasificación.

Presenta estratificación cruzada planar. El contenido en detríticos es de un 2 % de cuarzo y cuarcita tamaño arena, generalmente redondeados, aunque algunos son completamente angulosos.

La porosidad es muy elevada, intergranular y de fractura, cerradas por un cemento granular con dos generaciones; la primera de calcita no ferrosa que cierra la porosidad intergranular, cortada por la segunda de calcita ferrosa que cierra la porosidad de fractura.

3.- *Facies de calizas de pellets* (Lám. IV, 2)

Esta facies se corresponde lateralmente con las dos anteriores. Se ha encontrado únicamente en la base del tramo margoso en la zona de Moncalvillo y pasa rápidamente hacia arriba a la facies de calizas mudstone. Se presenta con un espesor de unos 14 m.

Son calizas wackestone en las que los componentes casi exclusivos son los pellets y peloides (FOLD, 1959), ambos con un excelente calibrado. Otros aloquímicos presentes son los fósiles en proporciones muy bajas; se trata de moluscos, placas y espinas de equínidos, ostrácodos de valvas finas y gruesas, foraminíferos y braquiópodos.

Presenta laminación recta y estratificación cruzada planar de bajo ángulo. El contenido en detríticos llega a alcanzar el 7 ‰; está constituido por cuarzo tamaño limo, subredondeado, y pequeñas cantidades de turmalina. Presenta abundante piritita y materia orgánica, la cual da el color negro y la fetidez a la roca.

Tiene porosidad intergranular baja, cerrada por cemento granular de calcita en general no ferrosa.

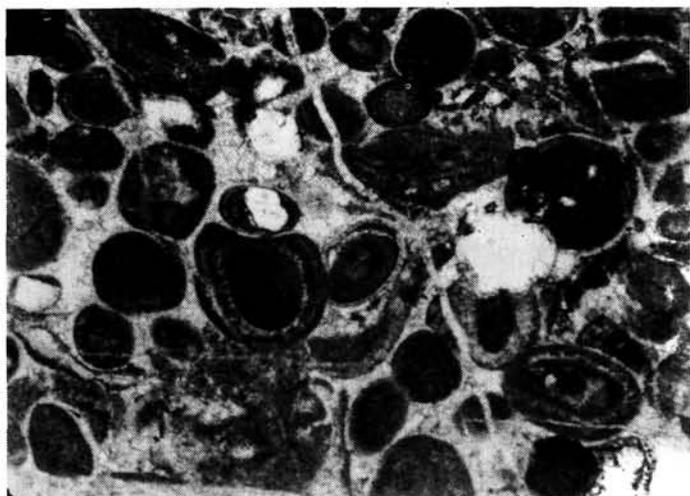
4.- *Facies de calizas wackestone* (Lám. IV, 3)

La facies de calizas mudstone pasa hacia arriba a esta facies de calizas wackestone, en todas las zonas excepto en Valparaíso, donde se encuentra interestratificada con ella. El mayor desarrollo lo presenta en Castrovido con 68 m., mientras que hacia el NW y SE está escasamente representada con poco desarrollo vertical, oscilando entre los 35 m. de Moncalvillo y los 2 m. de Quintanilla.

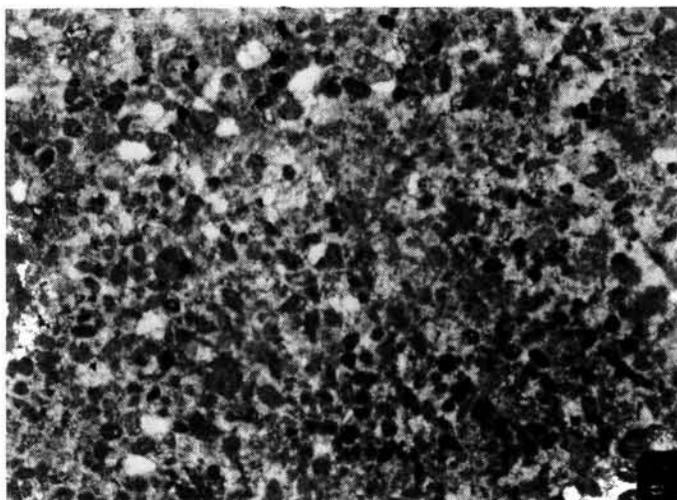
Son calizas wackestone y ocasionalmente mudstone, con gran cantidad de componentes, entre los que predominan los bioclastos de tipo bentónico. Los más abundantes son los gasterópodos, siguiéndoles en importancia, moluscos, placas y espinas de equínidos, braquiópodos, foraminíferos y ostrácodos de valvas finas y gruesas; son escasos los briozoos, microfilamentos, espículas de esponjas, que aparecen en la parte superior de la facies y tan solo en Castrovido, y las algas calcáreas (coralinas), que son muy escasas y con poca extensión lateral y vertical, ya que solo aparecen en una muestra de Quintanilla y en otra de Moncalvillo.

También aparecen, aunque solo en algunos niveles y con porcentajes pequeños los intraclastos; en general son complejos, con componentes similares al resto de la roca, poco retrabajados y con elevado contenido en hierro. Un carácter particular de la zona de Castrovido son los intraclastos glauconíticos (Lám. IV, 3) que presenta; aparecen en la parte inferior de la facies, con componentes similares al resto de la roca, excepto que la matriz es glauconítica. Los pellets son muy escasos, con una distribución muy irregular, y siempre asociados a «burrows»; únicamente se han encontrado en Castrovido. Esta facies viene caracterizada porque los aloquímicos presentan una redondez relativamente buena, pero muy mal calibrado.

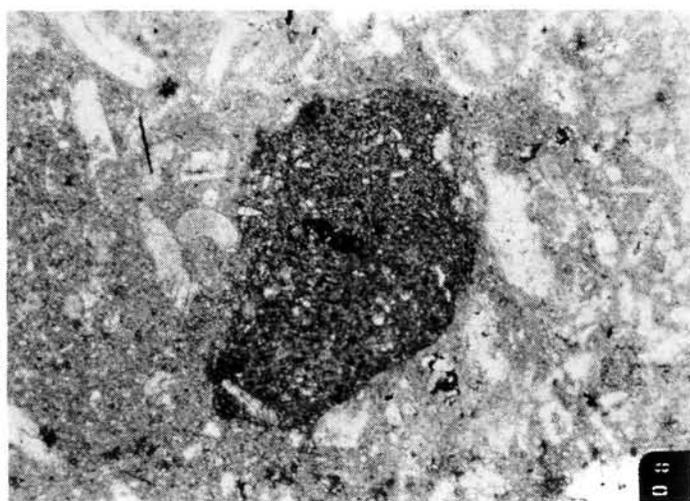
El contenido en detríticos de tamaño limo no supera el 1 ‰, a excepción de la parte superior de la facies en Castrovido, donde llega al 5 ‰; se trata funda-



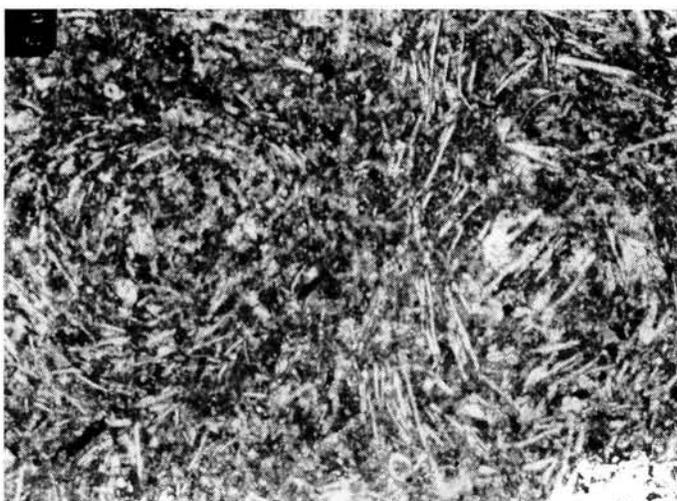
1



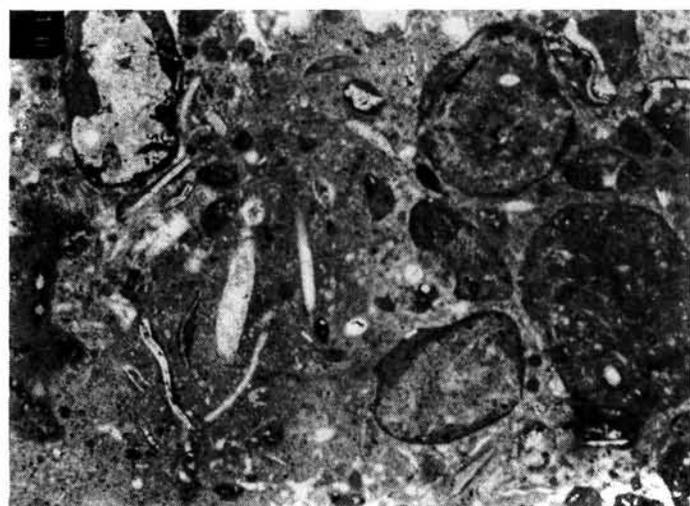
2



3



4



5

LAMINA IV

1. Oolitos con nucleo micrítico y oolitos superficiales; algas laminares y algún fragmento micritizado, X 40.
2. Pellets y granos de cuarzo en calizas de pellets, X 40.
3. Calizas wackestone. Intraclasto glauconítico. Fragmentos de moluscos y braquiópodos, X 32.
4. Microfilamentos orientados circularmente en calizas de microfilamentos, X 32.
5. Facies de calizas de esponjas. Espículas de esponjas, intraclastos, ostrácodos. Briozoo parcialmente silicificado y micritizado en la parte superior izquierda, X 32.

mentalmente de cuarzo. En los niveles con intraclastos glauconíticos, o próximos a ellos, aparece glauconita tanto rodada como relleno de cámaras de fósiles. Es frecuente, y a veces abundante, el contenido en óxido de hierro, mientras que la pirita es mucho más escasa.

Los «burrows» y la bioturbación no están ausentes, pero son escasos, sobre todo si se compara con la facies de calizas mudstone. Los aloquímicos en esta facies suelen presentarse orientados paralelos a la estratificación.

Tiene porosidad móldica elevada, e intergranular y de fractura más escasas, cerradas por cemento «drusy» y granular de calcita ferrosa.

5.- *Facies de calizas de microfilamentos* (Lám. IV, 4)

Aparece siempre sobre la facies de calizas wackestone, excepto en Valparaíso y Moncalvillo, donde no se han encontrado las calizas de microfilamentos. Tiene su mayor desarrollo en la región de Mazueco de más de 20 metros, adelgazándose en las demás regiones, donde no llega a alcanzar los 10 metros de espesor.

Son calizas wackestone que ocasionalmente se hacen mudstone, cuyos componentes principales, y a veces los únicos, son microfilamentos y espículas de esponjas. Los microfilamentos aparecen, en ocasiones, orientados circularmente (Lám. IV, 4), lo que hace pensar en corrientes de tipo turbillonar. Además se encuentran en inferior proporción, foraminíferos, ostrácodos de valvas finas, moluscos, equínidos y muy escasos, briozoos, gasterópodos, braquiópodos y algas coralinas. Son muy abundantes en toda la facies los «burrows» que presentan pellets asociados a ellos. También aparecen en pequeña proporción peloides e intraclastos complejos, en ocasiones poco redondeados.

El contenido en detríticos es inferior al 1 % e incluso llega a no existir. Son frecuentes los óxidos de hierro y ocasionalmente la pirita.

La porosidad es muy baja, de tipo móldico, producida por disolución de fósiles; está cerrada por un relleno de cavidad de calcita no ferrosa.

C.- TRAMO CALCAREO

En este tramo, lo mismo que en el margoso, todas las facies presentan un mayor contenido en calcita ferrosa en las regiones del E y SE que en las demás regiones.

1.- *Facies de calizas de esponjas* (Lám. IV, 5)

Con esta facies de esponjas, comienza el tramo calcáreo en toda la región. En Mazueco, Quintanilla, Castrovido y Doña Santos, aparece sobre las calizas de

microfilamentos; en Valparaíso, sobre las calizas mudstone del tramo margoso, y en Moncalvillo sobre las calizas wackestone, teniendo en todos los puntos un desarrollo similar que oscila entre 20 y 30 m.

Son calizas boundstone, caracterizadas por la presencia de esponjas en posición de crecimiento y en fragmentos. En asociación con las esponjas hay algas calcáreas, fundamentalmente codiáceas y coralinas incrustantes y también algas dasycladáceas, moluscos, placas y espinas de equínidos, briozoos, foraminíferos, ostrácodos de valvas finas y gruesas y braquiópodos. Son menos abundantes los gasterópodos y microfilamentos, y muy escasos las secciones de gusanos serpúlidos, cefalópodos y corales; estos últimos aparecen tan solo en una muestra de Doña Santos.

Quizás los aloquímicos más abundantes, junto con las esponjas, son los intraclastos; se presentan generalmente con estructura compleja, de componentes similares a los de la roca en la cual están incluidos, aunque también formados solo de micrita; en ocasiones tienen un mayor contenido en hierro (Castrovido y Moncalvillo), y suelen estar muy retrabajados, pero con un calibrado muy pobre. También hay pellets y peloides, pero en pequeña proporción; los primeros tienen una distribución muy irregular y casi siempre asociados a «burrows», mientras que los peloides son más abundantes y tienen buen calibrado.

Los detríticos que presenta no alcanzan el 1 %. La glauconita se encuentra como granos y rellenando cámaras de fósiles, pero solo aparece en Castrovido y Moncalvillo. Aparece también con frecuencia piritita en cubos, pero en cantidades muy pequeñas.

La porosidad es elevada, de tipo intergranular, móldico y de fractura, cerradas por un cemento granular y ocasionalmente «drusy» y «blocky» de calcita no ferrosa. Se encuentra estructura geopetal en Mazueco y Moncalvillo en la parte superior de la facies.

Asociado a esta facies se da un proceso de silicificación selectiva (Lám. IV, 5), llegando a aparecer en Moncalvillo nódulos de sílex. Este proceso diagenético y sus relaciones o no con el medio sedimentario, está siendo objeto de estudio actualmente.

2.- *Facies de calizas wackestone de pellets, microfilamentos e intraclastos* (Lám. V, 1)

La facies de calizas de esponjas pasa verticalmente a estas wackestone de pellets, microfilamentos e intraclastos, en todas las regiones excepto en Moncalvillo, donde se intercala un pequeño nivel de esta facies dentro de las calizas de esponjas, para después evolucionar verticalmente estas últimas a las wackestone de pellets, microfilamentos e intraclastos. El máximo desarrollo de esta facies se

presenta en Doña Santos, donde supera los 50 m., mientras que en Quintanilla y Castrovido tiene el mínimo desarrollo, llegando a los 20.

Son calizas wackestone que llegan a ser packstone en algunos niveles de la parte superior de la facies. Los componentes principales son pellets, microfilamentos, peloides, que se hacen más abundantes hacia el techo de la facies, con buena redondez y tamaño uniforme, e intraclastos. Existen también bioclastos pero no son tan abundantes.

Los intraclastos son sobre todo complejos, aunque hay algunos micríticos; sus componentes son similares a los de la roca en la cual están incluidos y cuando presentan microfilamentos, a menudo están orientados paralelos a los bordes de los intraclastos; suelen estar muy retrabajados, con buena redondez y un calibre que varía entre bueno y pobre. En ocasiones contienen glauconita y tienen un mayor contenido en óxido de hierro que el resto de la roca; ésto se produce en Moncalvillo, Castrovido y Quintanilla, donde además aparecen asociados a los intraclastos, estructuras estromatolíticas del tipo SS (LOGAN *et al.*, 1964) incipientes y mal desarrolladas (Lám. V, 1).

Los fósiles son un componente siempre presente, pero en proporción inferior a los otros aloquímicos. Los más frecuentes son: placas y espinas de equínidos, fragmentos de moluscos, algas dasycladáceas (*Acicularia*), coralinas y en menor proporción codiáceas, cianofíceas y laminares, fragmentos de conchas y espinas de braquiópodos y foraminíferos. Son más escasos: briozoos, fragmentos y espículas de esponjas calcáreas, ostrácodos de valvas gruesas y finas y gasterópodos. En Doña Santos aparecen algunas secciones de serpúlidos.

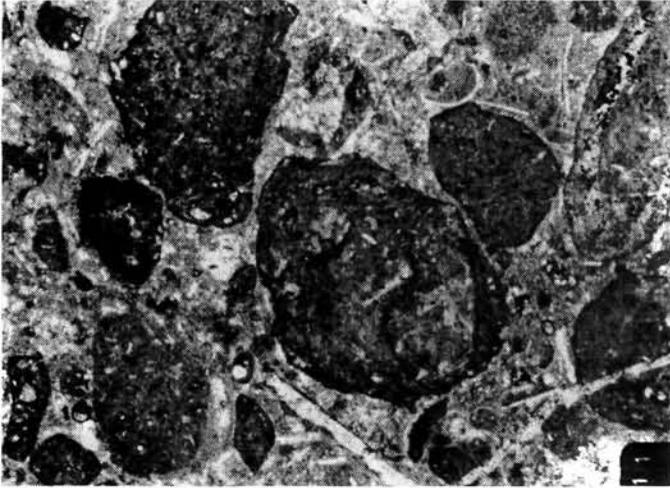
La bioturbación es muy escasa, aunque no está ausente, mientras que son frecuentes los «burrows» horizontales.

El contenido en detríticos varía de forma notable a lo largo de la facies. Es menor del 1 % en la mitad inferior de ésta y aumenta de forma paulatina hacia arriba, hasta el 10 % y en ocasiones 20-25 %, como ocurre en Quintanilla. Se trata fundamentalmente de cuarzo tamaño limo y en muy escasa proporción de arena fina, subanguloso; en proporciones muy inferiores hay turmalina, moscovita y biotita. Son frecuentes, aunque no abundantes, los óxidos de hierro y la pirita. Aparece glauconita en granos y rellenando cámaras de fósiles.

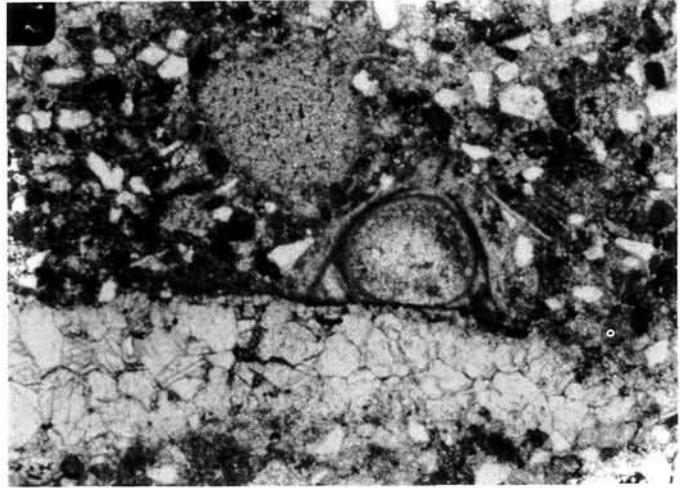
La porosidad es baja; predomina la intergranular, pero hay también móldica, intragranular y de fractura. Todas ellas se encuentran parcial o completamente cerradas por un cemento granular y/o «drusy» de calcita no ferrosa.

3.- *Facies packstone arenosas de pellets y serpúlidos* (Lám. V, 2)

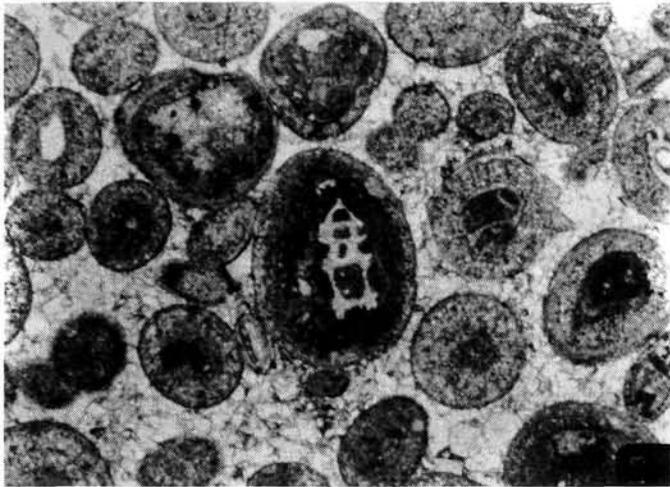
La facies de calizas wackestone de pellets, microfilamentos e intraclastos evoluciona verticalmente a esta facies, en toda la región excepto en Doña Santos,



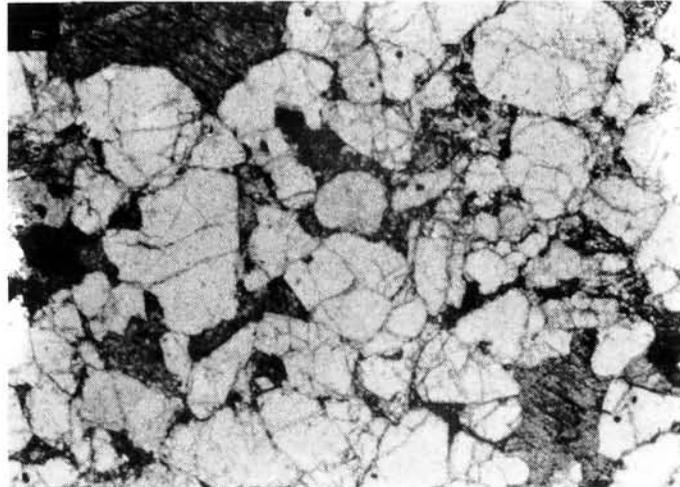
1



2



3



4

LAMINA V

1. Intraclastos, alguno con envuelta oncolítica, moluscos, ostrácodos, microfilamentos. Wackestone de pellets, microfilamentos e intraclastos X 40.
2. Serpúlido incrustado a un fragmento probablemente de molusco sustituido por mosaico granular de calcita. Placa de equínido, pellets, granos de cuarzo, X 50.
3. Oolitos con envueltas micríticas excepto la más externa ferruginosa. Predominan los núcleos orgánicos, X 50.
4. Granos de cuarzo cementados por calcita, X 50.

donde se intercala una facies de calizas oolíticas. El mayor desarrollo lo presenta en Castrovido, donde se aproxima a los 90 m., mientras que en las demás regiones oscila entre 20-25 m. excepto en Doña Santos donde no supera los 5 m.

Son calizas packstone cuyos componentes fundamentales, aunque no los únicos, son peloides y serpúlidos. Los primeros son de tamaños pequeños y uni-

formas, lo que hace difícil la diferenciación con pellets, que también aparecen aunque en menor proporción. Los serpúlidos aparecen tanto en fragmentos como en secciones, e incluso incrustados a fragmentos de conchas (Lám. V, 2).

Otros componentes que aparecen, siempre en proporción inferior, son bioclastos e intraclastos. Entre los bioclastos predominan moluscos, placas de equínidos, foraminíferos, braquiópodos, ostrácodos de valvas finas y gruesas, y son más escasos briozoos, gasterópodos, espículas de esponjas, microfilamentos y algas coralinas y muy escasas codiáceas y laminares. Los intraclastos son complejos, con un mayor contenido en óxido de hierro que la roca en la que están incluidos, sobre todo en su borde externo; suelen estar de moderada a bien retrabajados y se encuentran localizados en algunos niveles con escaso desarrollo lateral y vertical.

Abundan la bioturbación y los «burrows» tanto horizontales como verticales, así como las perforaciones en las conchas.

El contenido en detríticos es muy elevado. Las proporciones nunca son inferiores al 10 %, llegando a alcanzar a veces el 40 %, pero el valor medio más frecuente es 20-25 %. Es cuarzo, tamaño arena y limo, y cuarcita como más abundantes; los tamaños mayores son subredondeados o redondeados, mientras que los más finos son subangulosos. Presenta en proporciones menores turmalina, zircón y otros minerales pesados, biotita, moscovita, piritita, otros minerales de hierro y algunos granos de dolomía. También se encuentran granos de glauconita.

Tiene porosidad elevada, predominando la intergranular, con un pequeño porcentaje de intragranular, móldica y de fractura. Toda la porosidad está cerrada por un cemento granular y en ocasiones «drusy» de calcita no ferrosa en el NW (Quintanilla y Mazueco) y de calcita ferosa en las demás regiones.

4.- *Facies de calizas oolíticas* (Lám. V, 3)

La facies de calizas packstone arenosas de pellets y serpúlidos evoluciona verticalmente en Quintanilla y Castrovido, a esta facies de calizas oolíticas. En Doña Santos, que es donde presenta su mayor desarrollo esta facies (80 m.), aparece sobre las wackestone de pellets, microfilamentos e intraclastos, encontrándose las packstone arenosas. Su mayor desarrollo, como ya se ha dicho, se produce en Doña Santos, disminuyendo el espesor hacia el NW y NE, desde 25-30 m. en Castrovido y Moncalvillo a menos de 5 m. en Quintanilla, mientras que en Mazueco y Valparaíso no llega a aparecer.

Son calizas packstone y en menor proporción grainstone, cuyos componentes fundamentales son oolitos, presentando también fósiles, intraclastos y peloides. Los oolitos presentan estructura concéntrica y radial, apareciendo esta última sólo en Doña Santos; todas las envueltas son micríticas, excepto la más ex-

terna que suele ser ferruginosa (Lám. V, 3). El núcleo es orgánico o detrítico, siendo muy frecuentes también los oolitos superficiales. Generalmente los oolitos son simples, pero en ocasiones son dobles o complejos, teniendo una buena clasificación.

Los bioclastos más abundantes son placas de equínidos, fragmentos de moluscos, foraminíferos, ostrácodos de valvas finas y gruesas, algas laminares y en menor proporción coralinas y codiáceas; son más escasos los fragmentos de braquiópodos, microfilamentos, fragmentos y secciones de serpúlidos y en una pequeña proporción, briozoos, espículas de esponjas y gasterópodos. Los intraclastos son complejos, muy retrabajados y con buena clasificación; tienen un mayor contenido en hierro que el resto de la roca y una fina envuelta externa ferruginosa y en ocasiones alguna envuelta oolítica; sus componentes son similares a los del resto de la roca. Los peloides no son muy abundantes, pero están siempre presentes, tienen tamaños pequeños y uniformes, lo que hace que se les confunda con pellets.

La bioturbación y los «burrows» aparecen en ciertos niveles en los que aparecen gusanos serpúlidos, siendo en ellos muy abundantes, mientras que en el resto de la facies están prácticamente ausentes.

El contenido en detríticos es del 5-7 %, aunque a veces desciende al 1 %, como ocurre en Doña Santos, o se eleva hasta un 40 %, como en Moncalvillo, donde el contenido en detríticos a lo largo de todo el tramo calcáreo es mucho más elevado que en el resto de las zonas. Se trata, como en la facies anterior, de cuarzo y cuarcita tamaño arena y limo, con los tamaños mayores redondeados y los pequeños subangulosos e incluso angulosos. En proporciones mucho menores aparece turmalina, moscovita y minerales de hierro. Aparecen con frecuencia, pero en escasa proporción, cubos de pirita.

Tiene porosidad elevada, predominando la intergranular y más escasamente de fractura y móldica. Todas ellas están cerradas por cemento granular de calcita no ferrosa, excepto la porosidad de fractura que está cerrada por calcita ferrosa.

5.- *Facies de areniscas calcáreas* (Lám. V, 4)

Esta facies aparece únicamente en Moncalvillo interestratificada dentro de la facies de calizas oolíticas. Su desarrollo es muy pequeño, pues no llega a alcanzar los 5 m.

Son areniscas de grano medio a grueso, con escasa matriz calcárea y cemento también carbonatado, de calcita ferrosa. Los granos son de cuarzo y cuarcita, predominando los primeros y con todos los grados de redondez, desde anguloso a redondeado. Como bioclastos presenta únicamente placas de equínidos, pero éstas son muy escasas.

La facies de calizas mudstone, con el contenido faunístico variado que presenta, la abundante bioturbación y los «burrows», tanto horizontales como verticales, indica deposición en la parte más externa de la plataforma, la cual era atravesada ocasionalmente por corrientes procedentes de zonas más internas y con mayor energía de la plataforma, como indican la inversión textural, las características de los intraclastos y la orientación de aloquímicos. Esta parte externa de la plataforma se encontraba bajo condiciones de poca energía, con salinidad normal y a profundidades superiores a las de penetración de la luz, ya que las algas son muy escasas o inexistentes, fuera de la acción del oleaje, con circulación de agua suficiente para que permitiera vivir la diversidad de fauna (LAPORTE, 1969), pero en un ambiente ligeramente reductor como indica la presencia de pirita.

Mientras que en las zonas situadas más al N (Mazueco y Castrovido) se dan estas condiciones (Fig. 2, A), en Valparaíso, la presencia de oolitos bien desarrollados, indica deposición en un medio muy somero y agitado (NEWELL *et al.*, 1960). Aunque FREEMAN (1962) habla de la existencia de oolitos formados en aguas tranquilas, el buen calibrado de los oolitos, así como de los restantes aloquímicos, lo mismo que su elevada redondez, la ausencia de fango y la presencia de estratificación cruzada, indican condiciones muy someras y de fuerte agitación. Se trataría de una pequeña barra oolítica (Fig. 2, A) que evoluciona a un umbral o alto fondo, como parece indicar la escasa potencia del tramo margoso, la frecuente aparición de estratificación cruzada a lo largo de todo el tramo y la distribución irregular de la facies, con relación a las demás zonas, en esta región de Valparaíso.

Este alto fondo y barra, aislada del mar abierto la zona que está actualmente situada en Moncalvillo (Fig. 2, A). Esta región se caracteriza por la elevada proporción de pellets, poca variedad faunística con relación a otras regiones, así como el mayor contenido en materia orgánica y pirita que indican condiciones francamente reductoras. Todo lo cual hace pensar en un medio algo restringido con salinidad ligeramente anormal, tras el alto fondo, pero con una cierta comunicación con el mar abierto que impediría la evolución a condiciones de salinidad extrema. Este medio restringido recibía además aportes del continente, como indica su relativamente elevado contenido en detríticos; continente que estaría situado probablemente al SW (zona de Guadarrama).

Mientras la mayoría de las regiones se mantienen en un medio de plataforma externa, en el Pliensbachiense inferior, Valparaíso evoluciona ligeramente con la instalación de la facies de calizas wackestone. Esta facies tiene un contenido faunístico variado, que continúa indicando condiciones de salinidad normal y con suficiente agitación para que pudieran vivir. Sin embargo la menor cantidad de fango, así como la presencia de intraclastos, indican condiciones energéticas

algo mayores, de régimen hidráulico alto que daría lugar a la orientación de aloquímicos. La escasez de algas calcáreas parece indicar profundidades superiores a 30-40 m., a las que llega solo un 1 % de ellas (HOLMES, 1957); la presencia de glauconita, que según PORRENGA (1967) aparece como más abundante entre 35 y 750 m., hace pensar que se continúa por debajo de la zona de acción del oleaje, aunque posiblemente próximo a ella, en condiciones cada vez más oxidantes.

Posteriormente se instalan estas condiciones en las demás regiones, excepto en Valparaíso, donde evoluciona nuevamente a las de plataforma abierta. La zona de Mazueco, después de encontrarse durante un corto período de tiempo bajo estas condiciones de plataforma externa más somera, evoluciona a condiciones de mayor profundidad con la deposición de margas.

Al final del Toarciense se uniformizan las condiciones en todas las zonas, con la facies de calizas con microfilamentos, excepto en Valparaíso y Moncalvillo, donde no aparece esta facies y el medio evoluciona desde las condiciones de plataforma externa a la instalación de bancos de esponjas.

Esta facies de calizas de microfilamentos continúa indicando la parte más externa de la plataforma. La presencia de microfilamentos, esponjas y algas coralinas, indica una salinidad normal con ausencia de turbidez y profundidades inferiores a los 100 m. ya que las esponjas no sobrepasan esta profundidad (DELAUBENFELS, 1957) y las algas coralinas tienen su mayor desarrollo en zonas someras (menos de 30 m. según HECKEL, 1972), lo que indica condiciones de plataforma de profundidad y agitación moderada, aunque esta última algo superior a la de las facies precedentes, como parece indicar la orientación circular de los microfilamentos. Esta etapa tiene muy poco desarrollo en todas las zonas y evoluciona rápidamente a la instalación de bancos de esponjas.

En el Bajociense medio comienza la sedimentación del tramo calcáreo, con la instalación de bancos de esponjas, que marca claramente el carácter regresivo de los sedimentos jurásicos. La instalación de estos bancos es aproximadamente simultánea y con un desarrollo similar en todas las regiones. Indican un medio de plataforma claramente bajo la influencia del oleaje, aunque con una energía no muy fuerte, como indican, el florecimiento de las esponjas y la orientación de la microfauna. La profundidad probablemente no superaría los 55 m., como viene a indicar la abundancia en los distintos tipos de algas (HECKEL, 1972), en condiciones de salinidad normal y aguas claras, en un ambiente todavía ligeramente reductor. La existencia de estructura geopetal, en Mazueco y Moncalvillo, pudiera indicar una mayor someridad del fondo en estas zonas (DUNHAM, 1969).

Se continúa marcando el carácter regresivo y sobre los bancos de esponjas se instalan en todas las regiones condiciones cada vez más someras, con las calizas de pellets, microfilamentos e intraclastos. El elevado contenido y variedad de al-

gas, incluso el desarrollo de estructuras estromatolíticas del tipo SS, hablan de un medio submareal muy poco profundo pero intermitentemente agitado, en un ambiente cada vez más oxidante, como indican el mal desarrollo de las estructuras estromatolíticas, aparición de óxidos de hierro y la limonitización de la fauna.

Al mismo tiempo que se produce la disminución en la profundidad, tiene lugar una mayor influencia del continente, quedando marcada por el aumento en el contenido en detríticos, que se produce hacia la parte alta de la facies. Este hecho se acentúa más en la facies siguiente, la cual indica, de forma gradual, condiciones cada vez más someras y de mayor energía, con un contenido en fango cada vez menor, así como un calibrado de los aloquímicos progresivamente mayor.

Estas condiciones, en un medio submareal muy poco profundo y bajo una clara influencia del oleaje, se instalan en todas las regiones de forma prácticamente simultánea, excepto en Doña Santos en donde durante un corto período de tiempo, y antes de dar paso a este medio submareal, se instala un medio altamente energético, con la facies de calizas oolíticas.

Esta facies aparece por primera vez en Doña Santos. Los oolitos se caracterizan por tener todas sus envueltas micríticas, las cuales según BATHURST (1966, 1971) tienen un origen algal, mientras que para CAROZZI *et al.* (1972) indican etapas de interrupción en el proceso de oolitización, por transporte de los oolitos a un medio micrítico más tranquilo. Las envueltas micríticas, unido a un fuerte proceso de micritización de los aloquímicos en esta facies, hace pensar en el origen algal de las envueltas que propone BATHURST, pero al mismo tiempo, la presencia de oolitos dobles y complejos indica dos o más etapas de oolitización. La elevada clasificación de los aloquímicos así como la ausencia de fango, y las estratificaciones cruzadas que aparecen, hablan de un medio muy energético con agitación continua y escasa profundidad, probablemente no superior a los 2 m. (NEWELL *et al.*, 1960), bajo condiciones oxidantes. Se trataría por lo tanto de una barra oolítica y bioclástica.

Esta barra se instala inicialmente de forma temporal en Doña Santos, en donde pasa por una pequeña etapa del medio submareal somero, antes de la instalación definitiva de la barra hasta el Bathoniense superior, en que finaliza el Jurásico calcáreo en esta zona (Fig. 12, B).

Aunque la barra se empieza a desarrollar en Doña Santos, donde se mantiene un mayor intervalo de tiempo, se va extendiendo hacia el NE, a medida que avanza la regresión, teniendo al mismo tiempo una pequeña componente de migración hacia el NW (Fig. 12, C). Esta extensión se observa porque la facies de calizas oolíticas se encuentra cada vez más alta y con menor potencia en las series situadas al NE. La migración hacia el NW de la barra viene indicada por la instalación en Moncalvillo, sobre la barra oolítica y bioclástica que en algún momento se hace detrítica en esta zona, de nuevo del medio submareal muy somero, sin

que sus caracteres hagan pensar que corresponde a un medio restringido tras la barra que se va desplazando en la dirección antes mencionada. Al mismo tiempo esta migración hacia el NW hace que aparezca este medio en Quintanilla aunque con un mínimo desarrollo.

La presencia del umbral, en la línea Quintanilla-Moncalvillo, durante la sedimentación del tramo calcáreo (VALLADARES, 1976), no queda reflejada en las facies y su distribución que son similares a ambos lados del citado umbral.

En el Bathoniense superior-Calloviense inferior, se retira el mar de la región, sin que se llegue a desarrollar el medio de barra en las zonas de Mazueco y Valparaíso.

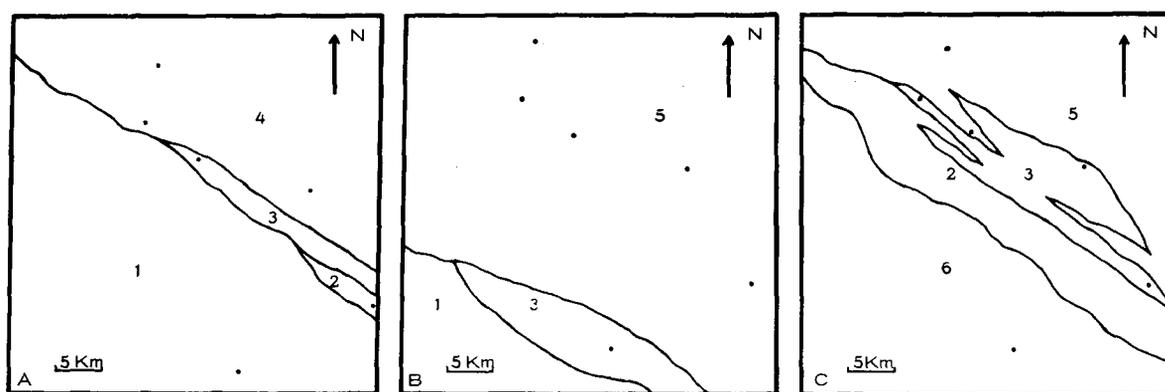


FIG. 2. Paleogeografía en tres momentos del Jurásico. A. Sinemuriense superior (base del tramo margoso). B. Bathoniense superior (mitad superior del tramo calcáreo). C. Calloviense inferior (techo del tramo Calcáreo). 1. Se desconocen datos. 2. Lagoón. 3. Barra colítica. 4. Plataforma externa. 5. Plataforma interna (submareal). 6. Medio continental.

BIBLIOGRAFIA

- BATHURST, R.G.C. (1966): *Boring algae, micrite envelopes and lithification of molluscan biosparites*. Geol. J. 5; 15-32.
- BATHURST, R.G.C. (1971): *Carbonate sediments and their diagenesis*. Dev. in Sediment. 12; 3-620.
- BULARD, P.F.; SALOMON, J. & THIERRY, J. (1973): *Le substratum «Antewealdien» dans la Sierra de los Cameros (Espagne)*. Essais de Paléogéologie. C.R. Acad. Sci. 276; 2493-2496.
- CAROZZI, A.V.; BOUROULLEC, J.; DELOFFRE, R. & RUMEAU, J.L. (1972): *Microfaciés du Jurassique d' Aquitaine*. Bull. Cent. Rech. Pau. SNPA, vol. spec. 1; 13-594.
- CHOQUETTE, P.W. & PRAY, L.L.C. (1970): *Geologic nomenclature and classification of porosity in Sedimentary carbonates*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 54 (2); 207-250.
- CURTIS, R.; EVANS, G.; KINSMAN, D.J.J. & SHEARMAN, D.J. (1963): *Association of dolomite and anhydrite in the Recent sediments of the Persian Gulf*. Nature 197; 679-680.
- DAVIES, G.R. (1970): *Carbonate Bank Sedimentation, Eastern Shark Bay, Western Australia*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 13; 85-168.

- DEFFEYES, K.S.; LUCIA, F.J. & WEYL, P.K. (1965): *Dolomitization of Recent and Plio-Pleistocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire, Netherlands Antilles*. Dolomitization and Limestone Diagenesis, S.E.P.M. Spec. Publ. 13; 71-88.
- DELAUBENFELS, M.W. (1957): *Sponges of the Post-Paleozoic*. Geol. Soc. Am. Mem. 67, 2; 771-772.
- DUNHAM, R.J. (1969): *Early vadose silt in Townsend Mound (Reef), New Mexico*. Environments in Carbonate Rocks: Symposium, S.E.P.M., Spec. Publ. 14; 139-181.
- FOLK, R.L. (1951): *Stages of textural maturity in sedimentary rocks*. J. Sed. Petrol. 21 (3); 127-130.
- (1959): *Practical petrographic classification of limestones*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 43 (1); 1-38.
- FREEMAN, T. (1962): *Quiet water oolites from Laguna Madre, Texas*. J. Sed. Petrol. 32 (3); 475-483.
- HECKEL, P.H. (1972): *Recognition of ancient shallow marine environments*. Recognition of ancient sedimentary environments. S.E.P.M. Spec. Publ. 16; 226-286.
- HOLMES, R.W. (1957): *Solar radiation, submarine daylight and photosynthesis*. Geol. Soc. Am. Mem. 67, 1; 109-128.
- LAPORTE, L.F. (1969): *Recognition of a transgressive carbonate sequence within an epeiric sea: Helderberg Group (Lower Devonian) of New York State*. Depositional Environments in Carbonate Rocks. S.E.P.M. Spec. Publ. 14; 98-118.
- LOGAN, B.W. REZAK, R. & GINSBURG, R.M. (1964): *Classification and environmental significance of algal stromatolites*. Jour. Geol. 72; 68-83.
- LOGAN, B.W. & CEBULSKI, E. (1970): *Sedimentary environments of Shark Bay, Western Australia*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 13; 1-37.
- LUCIA, F.J. (1972): *Recognition of evaporite-carbonate shoreline sedimentation*. Recognition of ancient sedimentary environments. S.E.P.M. Spec. Publ. 16; 160-191.
- MENSINK, H. (1965): *Stratigraphie und Paläogeographie des marinen Jura in den nordwestlichen Iberischen Ketten (Spanien)*. Beith Geol. Jb. 44; 55-102.
- NEWELL, N.D.; PURDY, E.G. & IMBRIE, J. (1960): *Bahamian oolitic sand*. Jour. Geol. 68 (5); 481-497.
- ORME, G.R. & BROWN, W.W.M. (1963): *Diagenetic fabrics in the Avonian limestones of Derbyshire and North Wales*. Proc. Yorkshire Geol. Soc. 34; 51-66.
- PORRENGA, D.H. (1972): *Glauconite and chamosite as depth indicators in the marine environments*. Marine Geol. 5; 495-501.
- REINECK, H.E. (1972): *Tidal flats*. Recognition of ancient sedimentary environments. S.E.P.M. Spec. Publ. 16; 146-159.
- SHINN, E.A. (1968): *Practical significance of birdseye structures in carbonate rocks*. J. Sed. Petrol. 38 (1); 215-223.
- VALLADARES, I. (1976): *Estratigrafía del Jurásico calcáreo en el sector sur-occidental de la provincia de Burgos*. Stv. Geol. 11; 151-161.
- WOLF, K.H. (1960): *Simplified limestone classification (Geol. Note)*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 44 (8); 1414-1416.

(Recibido el 2 - IX - 77)