

BIOCONSTRUCCIONES DE ALGAS CALCAREAS EN LA SUCESION MOSCOVIENSE DE COLUMBIELLO (CUENCA CARBONIFERA CENTRAL DE ASTURIAS, ZONA CANTABRICA): CONTROLES SEDIMENTARIOS Y SECUENCIAS CARACTERISTICAS

FRANCISCO J. BARBA REGIDOR

TRABAJOS DE
GEOLOGIA



Barba Regidor, Francisco J. Bioconstrucciones de algas calcáreas en la sucesión moscoviense de Columbiello (Cuenca Carbonífera Central de Asturias, Zona Cantábrica): Controles sedimentarios y secuencias características. *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 20, 39-51.

Se estudian en este artículo la naturaleza de los componentes algales de los cuerpos carbonatados de la sucesión Moscoviense de Columbiello (Sector Aller-Nalón, Cuenca Carbonífera Central de Asturias) y su influencia en la construcción de los cuerpos sedimentarios resultantes, así como su relación con las secuencias en que éstos se integran.

La parte baja de la sucesión, originada a partir de la sedimentación en un sistema de barras carbonatadas desarrolladas sobre una plataforma somera mixta lutítico-carbonatada, presenta restos de algas asociados a acumulaciones mecánicas así como bioconstrucciones originadas por fijación del sedimento por incrustación (*binding*).

En las partes media y alta de la serie estratigráfica, integradas por secuencias deltaicas, las algas desarrollan crecimientos debidos a atrapamiento de fangos (*baffling*), preferentemente asociados a las zonas de menor influencia de la presencia de arenas, como correspondería a las bahías de los interdistribuidores, en donde tiene lugar ahora la aparición de los carbonatos.

The algal components and their influence in the construction of the carbonate beds in the Moscovian succession of Columbiello (Aller-Nalón Sector, Central Asturian Coalfield) are studied in this paper.

The lower part of this succession was deposited on a mixed lutitic-carbonate platform, where algae were associated to mechanic accumulations and to encrusting bioconstructions to constitute binding growths.

In the middle and upper parts of the succession, as the deltaic bodies prograded, algae also occurred as baffling growths in the interdistributary bays, where carbonates were deposited.

Francisco J. Barba Regidor, Facultad de Ciencias, Universidad de Cantabria, Avda. de Los Castros, s/n. 39005 Santander. Manuscrito recibido el 21 de julio de 1994; revisado el 14 de febrero de 1995.

INTRODUCCION

La sucesión estratigráfica de la Cuenca Carbonífera Central de Asturias, particularmente en lo que concierne al Sector Aller-Nalón (figura 1.2), está constituida por un importante espesor de lutitas. En los tramos más bajos de la serie,

correspondientes al denominado Grupo Lena, se intercalan algunos bancos carbonatados de espesor variable. Hacia la parte media y alta de la misma, ya dentro del Grupo Sama, estas intercalaciones pasan a ser de litarenitas e incluso de conglomerados. Es en estos niveles estratigráficamente superiores donde se localiza el

mayor número de capas de carbón tradicionalmente explotadas en la región.

El objetivo principal de este trabajo consiste en la determinación de la influencia ejercida por las algas en la construcción de los cuerpos carbonatados que aparecen en los tramos correspondientes al Grupo Lena en la Sección de Columbiello (Sector Aller-Nalón de la Cuenca Carbonífera Central de Asturias). Igualmente, se estudia en este artículo el grado de control ejercido por la sedimentación terrígena en el desarrollo de dichas bioconstrucciones.

ESTRATIGRAFIA

La serie de Columbiello (figura 1.4), de 1677 m de espesor, ha sido levantada en la ladera meridional del valle del mismo nombre y a lo largo de las pistas de acceso a la explotación minera de la concesión «Ana María Covadonga» (figura 1.3). Comprende en su base una buena parte del paquete Tendeyón en tanto que el techo se localiza en los términos litológicos basales del paquete San Antonio, caracterizado por la presencia de un relativamente potente conjunto conglomerático. Todo ello comprendería los tramos medio y superior del Grupo Lena y los más bajos del Grupo Sama.

La parte de la serie en la que aparecen los cuerpos carbonatados aquí estudiados (figuras 1.4 y 2) se sitúan en los 780 m superiores del Grupo Lena en este valle. De ellos, sólo 55 m pertenecen propiamente a los carbonatos, siendo sus espesores respectivos, individualmente considerados, de 1 a 16 m. En los cerca de 900 m que restan de la serie, los carbonatos desaparecen debido a la mayor entrada de arenas y gravas, aumentando, no obstante, la presencia del carbón en la sucesión.

LAS FACIES SEDIMENTARIAS

La clasificación de las facies sedimentarias (Tabla I) asociadas a la presencia de algas en las rocas carbonatadas aquí estudiadas sigue un criterio diferente según se trate de facies carbonatadas o de facies terrígenas. Para las primeras, el criterio de clasificación tiene un claro sentido textural, el cual presenta, como ya es bien conocido, carácter ambiental. En lo que se refiere a las facies terrígenas, el criterio seguido es fundamentalmente de tipo interpretativo.

Desde un punto de vista sedimentario, todas estas facies se distribuyen (Barba, J., 1990, 1991) en dominios de plataforma con desarrollo

TABLA I. Facies carbonatadas y asociadas terrígenas estudiadas en este trabajo

1. CARBONATADAS

1.1. Acumulaciones mecánicas

1.1.1. Barras de aloquímicos

1.2. Bioconstrucciones

1.2.1. *Bafflestone-Parabafflestone* de algas filoides

1.2.2. *Bindstone* de Algas Rojas

1.3. Otras facies carbonatadas

1.3.1. Montículos micríticos

2. TERRIGENAS

2.1. *Lagoon*-bahías de interdistribuidores

2.2. Turberas

2.3. Llanuras mareales

2.4. Plataforma-prodelta

2.5. Lóbulos deltaicos

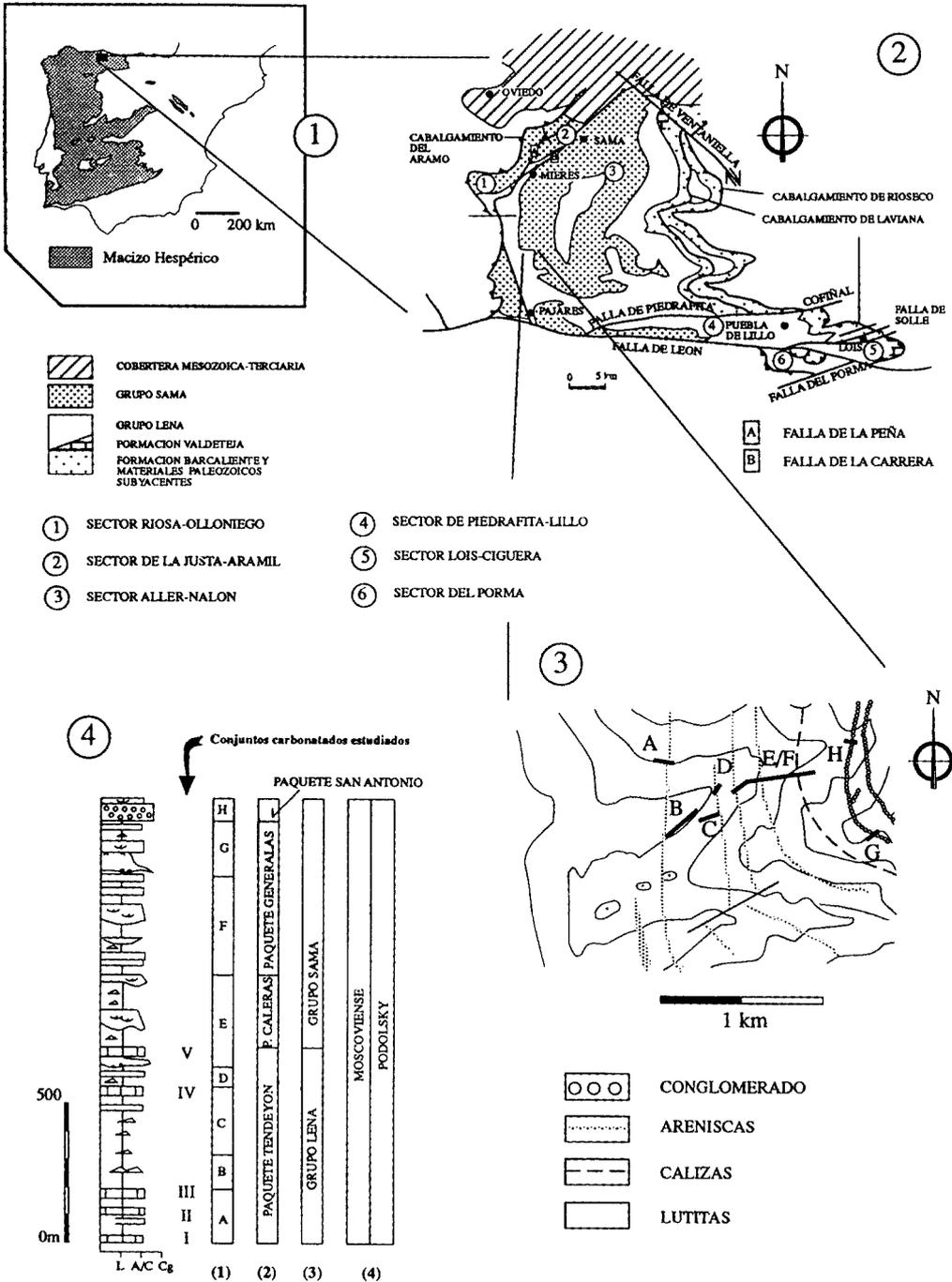


Fig. 1.- Localización geográfica y geológica (1, 2, 3) de la sección de Columbiello y posición estratigráfica (4) de los conjuntos carbonatados estudiados en este trabajo.

de barras carbonatadas submareales. La entrada posterior de las arenas y de las gravas, introducidas en la cuenca por sistemas deltaicos y de abanicos deltaicos, determina que los carbonatos aparezcan sólo en los entornos protegidos de la presencia de aquéllas, esencialmente en las bahías de interdistribuidores.

FACIES CARBONATADAS

Acumulaciones mecánicas

Las acumulaciones mecánicas son las facies más abundantes en estos conjuntos carbonatados; de textura *wackestone* y/o *packstone* generalmente bioclástica, pueden presentar intercalaciones *bafflestone* o *bindstone* de algas; incluso también es posible encontrar elementos procedentes de la removilización lateral de los cuerpos bioconstruidos dando lugar a acumulaciones mecánicas parautóctonas de algas con textura *wackestone* (aquí denominadas *parabafflestone*).

También, aunque más raramente y con geometría variable y espesor centimétrico a decimétrico, se pueden encontrar en el interior de estos cuerpos términos *mudstone*.

Estas facies serían equivalentes a las facies B (acumulaciones mecánicas) descritas por Vera *et al* (1984) en la sucesión Moscoviense de Coballes-Tanes, al NE de la zona aquí estudiada; corresponderían, de acuerdo con dichos autores, a depósitos generados en «zonas someras, marinas abiertas, de moderada energía, con buena oxigenación y aguas claras». La geometría ondulante de las capas, que pueden o no organizarse en *sets* de estratificación cruzada, y el análisis de las microfacies, que permite observar la orientación preferente de los bioclastos, indican la existencia de flujos dominantes en la distribución del material dando lugar a apilamientos conducentes a la construcción de barras generalmente submareales, relativamente cercanas a la costa, protegiendo *lagoones* más o menos abiertos, en relación con los cuales pueden desarrollarse otros subambientes tales como llanu-

ras mareales, montículos micríticos, etc. (Barba, J., 1990).

Bioconstrucciones

Pueden distinguirse dos tipos diferentes:

Bafflestone-Parabafflestone de algas filoides

Calizas y margas grises con laminaciones de algas filoides, esencialmente de la coralinácea ancestral *Archaeolithophyllum* sp. También puede haber restos de algas Dasycladáceas, particularmente de *Beresella* sp., así como de incrustaciones debidas a Ungdarelláceas y Cianofíceas.

En los términos con textura *bafflestone*, las algas aparecen como formas generalmente enteras, en ocasiones en posición de vida (figura 3.a), atrapando fangos en condiciones de energía relativamente baja, por debajo del nivel de base de la aguas o en *lagoones* y/o en llanuras recifales protegidas, tal como propone Flügel (1982) para estos casos. En los términos *parabafflestone*, las algas presentan un notable grado de fragmentación; estas acumulaciones están íntimamente asociadas a los *bafflestone*, lo que permite establecer las relaciones genéticas entre unos y otros, representando estas texturas parautóctonas la removilización mecánica lateral de los anteriores.

La conservación de la verticalidad de las algas, como en el caso representado en la figura 3.a, sugiere no sólo un crecimiento en ambientes protegidos y tranquilos con limitada circulación, sino también una escasa influencia de la compactación, con una rápida cementación que habría de dar lugar a un desarrollo temprano de la litificación (Barba, J., 1990).

Se corresponderían, en buena medida, con la denominada «facies de algas filoides y rodofíceas (A₂)» de Vera *et al* (*op.cit.*), que, de acuerdo con la gran cantidad de fango existente, la disposición de las algas y el bajo número y diversidad de organismos presentes, corroboran la interpretación ambiental arriba indicada.

Bindstone algaes

Están constituidas por calizas de textura tanto con soporte de fango como de granos (en general, bioclastos) sobre los que aparecen algas incrustantes, fundamentalmente *Archaeolithophyllum* sp. y Ungdarelláceas, así como otras indeterminadas formando rodoides, contribuyendo así a la estabilización del edificio carbonatado. Su coexistencia con crecimientos de tipo *bafflestone* permite interpretar para estas incrustaciones unas condiciones ambientales similares a las postuladas para aquéllos.

Habida cuenta el escaso número y la reducida diversidad de los organismos presentes, estas facies representarían condiciones de sedimentación en ambientes protegidos, y, de acuerdo con Wray (1977) y Flügel (1982), propias de plataforma somera.

Excepcional es la presencia de algas rojas incrustantes sobre microtopografías mamelonares con abundante porosidad fenestral asociada (figura 3.b), interpretadas como originadas por la extrusión de fluidos desde niveles más profundos de la masa sedimentaria para dar lugar a «burbujas» de fango que se superponen en su desarrollo geométrico y temporal unas a otras. El aparentemente elevado contenido en materia orgánica en la micrita que constituye el almacén de la roca sugiere un origen orgánico para esos fluidos.

Serían equivalentes a la «facies compleja con incrustación orgánica (A₃)» de Vera *et al* (*op. cit.*), que las suponen originadas en zonas muy someras ligadas a ambientes mareales bajo condiciones de aguas claras, salinidad normal, buena oxigenación y moderada turbulencia.

Otras facies carbonatadas

En general más raras, se trata de calizas micríticas (*mudstone*), intercaladas en otras de textura *packstone* con abundantes fragmentos, entre otros restos de algas, de *Beresella* sp.

Según lo apuntado por Heckel (1974), la acumulación de fango se debería a sistemas de

corrientes que interfieren debido probablemente a irregularidades topográficas —en este caso, las pilas bioclásticas a las que aparecen asociadas— que pudieran existir en el fondo de la cuenca, entre las cuales parecen situarse, y corresponden a etapas de caída del flujo que pudo originar previamente su erosión y la consiguiente redistribución del material.

El esquema mostrado por Bowman (1983) en los bancos carbonatados de la formación San Emiliano (Carbonífero de la Unidad de la Sobia-Bodón), en donde el núcleo desde el que se construyen los montículos de algas es de naturaleza micrítica, no se repite en las unidades aquí estudiadas; no obstante, la falta de datos que permitan confirmar esto último no excluye la posibilidad de que pueda extenderse a esta vertiente de la Cuenca lo apuntado por dicho autor para aquella otra.

FACIES TERRIGENAS ASOCIADAS

Dominantemente lutíticas, se distribuyen principalmente en dos grandes sistemas medio-ambientales: 1, de barras bioclásticas en plataforma mixta lutítico-carbonatada y 2, deltaico, tal y como ha sido puesto de manifiesto en trabajos anteriores (Barba, J., 1990, 1991). Por el contenido en carbonatos que presentan, su importancia en el tramo de serie aquí estudiado es diferente. Así, en tanto el primero queda caracterizado precisamente, entre otros rasgos, por la propia presencia carbonatada y por las asociaciones de facies que acompañan a ésta, el desarrollo de la sedimentación deltaica relega la aparición de los carbonatos a aquellos entornos dentro de los aparatos deltaicos donde la presencia de los terrígenos sea lo suficientemente limitada, en particular, como ya se ha citado, a las bahías de interdistribuidores.

Lagoon-Bahía de Interdistribuidores

Intimamente relacionados con el desarrollo de los cuerpos carbonatados, a los que pueden recubrir, están constituidas por materiales lutí-

cos, laminados o no, más carbonatados a medida que se aproximan a aquéllos y, muy ocasionalmente, con intercalaciones litareníticas de grano fino a muy fino de escala milimétrica o centimétrica, lenticulares a acintadas. Bioturbadas o no, pueden presentar acumulaciones, bien de flora fragmentada, bien de restos de caparazones (esencialmente, braquiópodos y crinoideos) en diferente grado de trituración en función de la energía del medio, que, además, también determina la geometría de las mismas, laminas las primeras, bandeadas irregulares de espesor centimétrico las segundas. Niveles sideríticos concrecionales y/o nodulosos que interiormente pueden presentar crecimiento de pequeños cristales de pirita.

Representarían condiciones de baja energía en general, por detrás de los edificios carbonatados, en *lagooones* y/o en bahías de interdistribuidores, en donde la circulación habría sido relativamente restringida, como se puede constatar por la reducida variedad de los organismos presentes y por la existencia de niveles sideríticos con pirita, lo que, a su vez, implicaría condiciones reductoras y oxigenación deficiente.

La presencia de la laminación ligada generalmente a intercalaciones litareníticas indicaría una influencia externa en la redistribución del sedimento aportado no sólo desde el continente sino también por la propia dinámica marina. En el caso de las bahías, además, de acuerdo con Coleman y Prior (1980), estarían relacionados con períodos de inundación. Por otro lado, las irregulares intercalaciones con fragmentos de fauna corresponderían a acumulaciones a partir de abanicos de tormenta de materiales arrancados de los cuerpos carbonatados más o menos inmediatos que, como ya hemos señalado, se integrarían dentro de los sistemas deltaicos a estos entornos de la llanura deltaica.

Turberas

Incluyen un conjunto de sedimentos generalmente siliciclásticos de granulometría fina (lutitas) con o sin carbón asociado. Los terrige-

nos pueden o no estar bioturbados por raíces, lo que, unido a la presencia excepcional de niveles de carbón, indicaría la existencia de emersiones correspondientes a períodos regresivos con desarrollo de vegetación subaérea. La presencia de concreciones y/o de nódulos sideríticos, así como de pirita euhedral de tamaño milimétrico asociada, representarían condiciones restringidas, fundamentalmente reductoras, propias de ambientes generadores de carbón (turberas).

Llanuras mareales

De presencia limitada en esta sección, se trata de areniscas más o menos cuarzosas, en niveles que no sobrepasan los 1'50 m de espesor, con capas de geometría ondulante, importante contenido de laminación de ola, lenticular y *flaser* y que se ordenan en secuencias negativas de escala métrica, con techo rápidamente granodecreciente que evoluciona a facies lutíticas y aun carbonosas de turbera.

En términos generales, puede asignarse a estas facies una sedimentación en fase de instalación del sistema *barra-lagoon*, con redistribución de terrígenos lavados por la dinámica marina hacia entornos de menor energía.

Plataforma-prodelta

Lutitas grises oscuras masivas, lutitas arenosas con laminación planoparalela, *flaser* y/o cruzada de pequeña escala, y/o lutitas con intercalaciones litareníticas de grano fino a muy fino lenticulares y de escala milimétrica, con laminación cruzada de ripples y/o *flaser*.

Suelen aparecer entre los bancos carbonatados y representan pulsos internos de la propia plataforma de actividad-pasividad en cuanto a la productividad carbonatada, como consecuencia posiblemente de interrupciones debidas a fenómenos subsidentes. Igualmente, se pueden localizar a techo de estas barras carbonatadas, marcando la transición hacia zonas progresivamente más profundas y en interacción, como su textura sugiere, con niveles de relativamente mayor

energía y con distribución de siliciclásticos de granulometría media (limolitas y litarenitas de grano fino a muy fino).

Lóbulos deltaicos

Se incluyen aquí los depósitos característicos de los canales distribuidores, ya en transición hacia el frente deltaico desde la llanura deltaica. Constituyen secuencias granocrecientes de espesor métrico de litarenitas y de lutitas en proporción diferente, cuyo techo es, en general, rápidamente granodecreciente, con aparición incluso de capa de carbón, y siempre culminado por instalación de carbonatos con importante participación algal.

Las facies correspondientes a las barras de desembocadura estarían formadas por litarenitas de grano fino y estratificación cruzada que a techo es horizontal; también puede presentar alternancia de lutitas y litarenitas –ésta, lenticulares–, bioturbadas o no, con laminación tanto *flaser* como de *ripples* de ola y/o de corriente. También puede haber estructuras de deformación, en particular, huellas de carga.

A su vez, los canales distribuidores, en este caso, están representados por litarenitas cuya base está marcada por niveles alentejonados de menos de 2 m de espesor de brechas de fragmentos de carbón que implicarían destrucción aguas arriba, y/o más o menos lateralmente, de una turbera. Las areniscas presentan estratificación cruzada en surco y, localmente, retoques de ola que nos situarían en la llanura deltaica inferior.

Representarían en conjunto los depósitos desde los canales distribuidores activos, dando lugar a la progradación de los aparatos deltaicos.

ORGANIZACION DE LAS ASOCIACIONES CARBONATADAS

La organización de las asociaciones de facies carbonatadas de los horizontes estudiados presenta características propias que dependen en buena medida de la naturaleza de las secuen-

cias en que se integran, en definitiva, de la tendencia de la sedimentación.

En efecto, como ya se ha señalado en trabajos anteriores (Barba, J., 1990, 1991), la sección de Columbiello registra, habida cuenta el espesor de serie que comprende, un registro bastante continuo de la transición de la sedimentación desde plataforma mixta lutítico-carbonatada que evoluciona hacia una sedimentación propiamente siliciclástica originada por la salida de los terrígenos desde el continente en erosión y aprovechando sistemas fluviales, fluviodeltaicos y de abanicos deltaicos, como corresponde al modelo de cuenca de antepaís ya desarrollado por Colmenero et al. (1988), Fernández et al. (1988), Salvador (1989), Bahamonde (1990), Fernández (1990), Barba, P., (1991). Según este modelo, la migración de los ambientes sedimentarios era originado por el movimiento del frente de los mantos que, además, darían lugar a una progradación general de los depósitos con carbón que sucesivamente reemplazarían a los sedimentos marinos en dirección hacia la cuenca (Agueda et al., 1991).

Las asociaciones de los horizontes I, II, y III (figura 2) representarían los modelos de evolución de la sedimentación con mayor presencia algal dentro de un sistema de barras carbonatadas con desarrollo en la parte protegida de *lagooones*. La asociación del horizonte V (figura 2), a su vez, correspondería al modelo observado de construcción carbonatada en un sistema deltaico. El caso de la asociación IV representaría, por su posición en la serie estratigráfica, la transición de una sedimentación a la otra, dando lugar a un tipo intermedio a ambos.

La asociación de I, de cuya continuidad a muro se carece de información, presenta claras transiciones *wackestone* bioclásticas con desarrollo hacia el techo de niveles con porosidad fenestral. Implicarían la existencia de acumulaciones mecánicas en fase de colmatación, siguiendo el modelo de sedimentación carbonatada en *lagooones* de González Lastra (1982); la porosidad fenestral indicaría la pérdida de fluidos en la primera fase de la compactación.

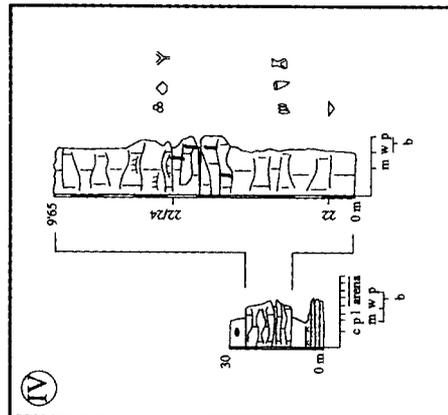
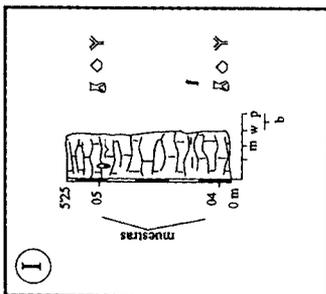
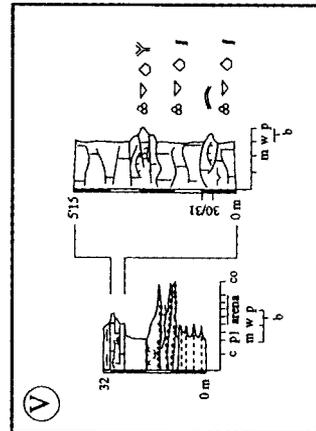
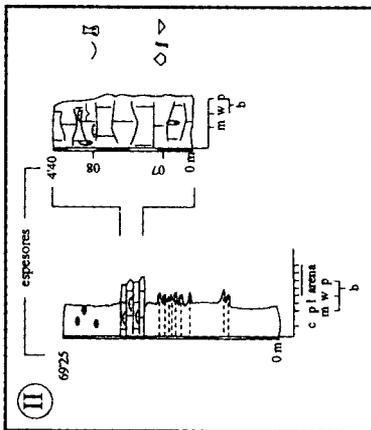
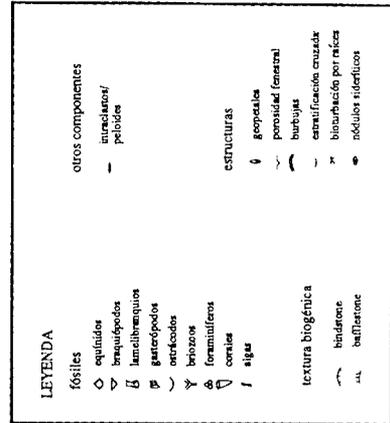
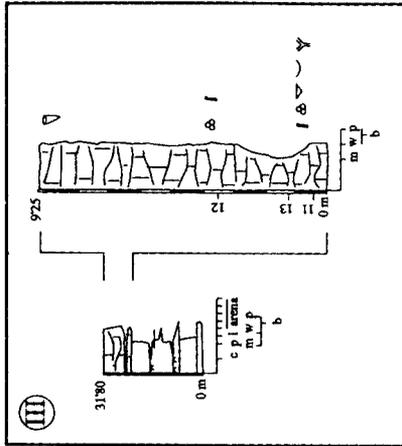


Fig. 2.—Organización textural de los bancos carbonatados estudiados. Explicación en el texto. En la figura, las abreviaturas correspondientes a los pies de las secuencias representan: **c**, carbón; **p**, pizarras; **l**, limolitas; **arena**, arenitas; **m**, mudstone; **w**, wackestone; **p**, packstone; **b**, bafflestone.

Con esta misma ordenación basal, la asociación de II, a su vez, apuntaría hacia el techo a una etapa de ralentización en la sedimentación con presencia colonizadora de algas incrustantes que fijarían el edificio carbonatado; al mismo tiempo, la compactación, al progresar, facilitaría la salida hacia el exterior de fluidos intersticiales.

En la asociación de III se nos repite en lo esencial el esquema mostrado en I, con la salvedad de la presencia hacia la base de una intercalación de textura *mudstone* discontinua y en transiciones a muro y techo, al menos aparentemente, graduales. No existen además, de momento, datos que nos permitan asegurar la existencia sobre estos términos micríticos de otros correspondientes de tipo *bafflestone*, lo que caracterizaría construcciones en *lagoones* abiertos con colonización de montículos micríticos en un modelo del tipo descrito por Bowman (1983) en el Carbonífero del valle de San Emiliano (León). A la vista del esquema de este horizonte, se podría pensar en una evolución continua propia de las fases de instalación y colmatación, en donde los términos más micríticos representarían la sedimentación en *lagoones* cerrados y una procedencia variada, fundamentalmente de la fragmentación y/o micritización, de los caparzones habida cuenta la importante degradación mecánica que éstos presentan.

La asociación del horizonte IV se sitúa en la zona de transición de las secuencias de tipo plataforma-barras carbonatadas a propiamente deltaicas. De un lado, por comparación con las asociaciones estudiadas en los párrafos precedentes, el medio sedimentario quedaría caracterizado en la base de la secuencia –con acumulaciones mecánicas de naturaleza bioclástica– según lo ya apuntado; de otro, hacia el techo se hacen más complejas con la entrada del componente algal, que, aunque fragmentado, sirve de base para la colonización por parte de algas, instalándose primeramente elementos incrustantes (*binding*), soporte para la posterior entrada de organismos atrapadores de fango (*baffling*). La estabilización del sistema viene dado por la mayor tendencia al estancamiento sedimentario propio del

apilamiento de aloquímicos, en particular de bioclastos, en textura *wackestone*; ello apuntaría no sólo hacia una sedimentación mecánica, sino también a una brusca ruptura de la productividad carbonatada, con posterior instalación de condiciones más propias, bien de *lagoon* lutítico, bien de bahía de interdistribuidores.

La asociación del horizonte carbonatado V se sitúa estratigráficamente en lo que correspondería al límite entre los paquetes Tendeyón y Caleras, y sedimentológicamente dentro de una secuencia deltaica progradante, representando los depósitos en la bahía de interdistribuidores. La hasta ahora relativamente importante productividad carbonatada no se ve alterada sensiblemente, al menos de modo aparente, por los terrígenos. No obstante, a partir de ahí, la presencia de carbonatos va a ser más ocasional, identificándose un nuevo cuerpo carbonatado unos 370 m por encima, en el límite entre el citado paquete Caleras y el suprayacente Generalas, y siempre representando las mismas condiciones que este horizonte V.

La presencia en la base de niveles de incrustación por algas de «burbujas» de fango (figura 3.d) originadas por la extrusión de fluidos no sólo implicarían una rápida compactación y/o subsidencia con colonización por algas incrustantes de las microtopografías creadas, sino también una ralentización sedimentaria que habría de verse rota por la instalación de una nueva acumulación bioclástica, la presencia de algas atrapadoras de fango y, posteriormente, de las fijadoras del edificio, dando paso a una nueva ralentización carbonatada que finalizaría con un retorno hacia términos bioclásticos, más propios de la restauración de la colmatación final.

La figura 4 muestra un esquema evolutivo de los procesos constructores de los bancos carbonatados a lo largo de la sucesión estudiada. Hacia la base (figura 4.1), los principales procesos son de naturaleza mecánica; la presencia de algas queda restringida a elementos fragmentados que dan lugar a acumulaciones mecánicas. A medida que se consolida el substrato carbonatado, la presencia de las algas se asocia también a

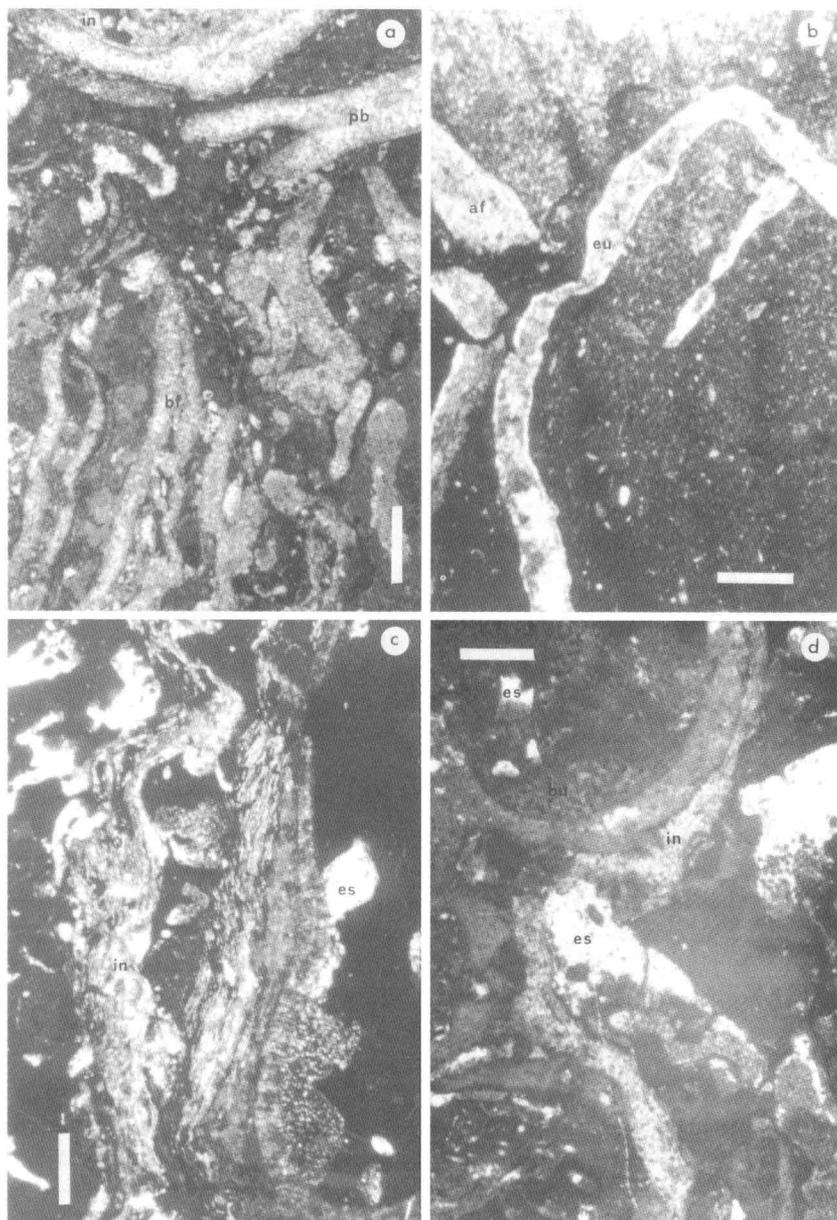


Fig. 3.— Microfotografías de algunas bioconstrucciones algales estudiadas:
 a) Asociación *bafflestone* (**bf**)-*parabafflestone* (**pb**) de algas filoides (**af**), con algunos elementos incrustantes de algas rojas indeterminadas (**in**); muestra 30a (techo, hacia arriba).
 b) *Wackestone* bioclástica con restos de algas codiáceas (*Eugonophyllum* sp., **eu**) y fragmentos de otras algas filoides (**af**) indeterminadas; muestra 25 (techo, hacia la derecha).
 c) Elementos incrustantes de naturaleza algal (**in**) constituyendo un rodolito cuyo núcleo micrítico muestra la existencia de recristalizaciones esparíticas (**es**) en sus bordes; muestra 9 (techo, hacia arriba).
 d) Incrustaciones de algas rojas (**in**) sobre burbujas de fango (**bu**) con crecimientos esparíticos (**es**) asociados a porosidad fenestral (**pf**); muestra 8 (techo, hacia la derecha).
 En cada caso, la barra de escala equivale a 1 mm.

formas incrustantes (figura 4.2), fijándolo y dando opción a la aparición de algas filoides atrapadoras de fango para construir *baffles* (figura 4.3) que también podrán ser fijados por la acción de nuevas algas incrustantes (figura 4.4).

Las dos primeras etapas son características de secuencias con barras carbonatadas originadas sobre plataforma mixta lutítico-carbonatada, en tanto que las dos últimas aparecen particularmente a

medida de que tiene lugar la sustitución de aquella sedimentación por otra dominada por la presencia de siliciclásticos (litarenitas) aportados por los lóbulos progradantes de los sistemas deltaicos.

CONCLUSIONES

El análisis realizado permite obtener las siguientes conclusiones:

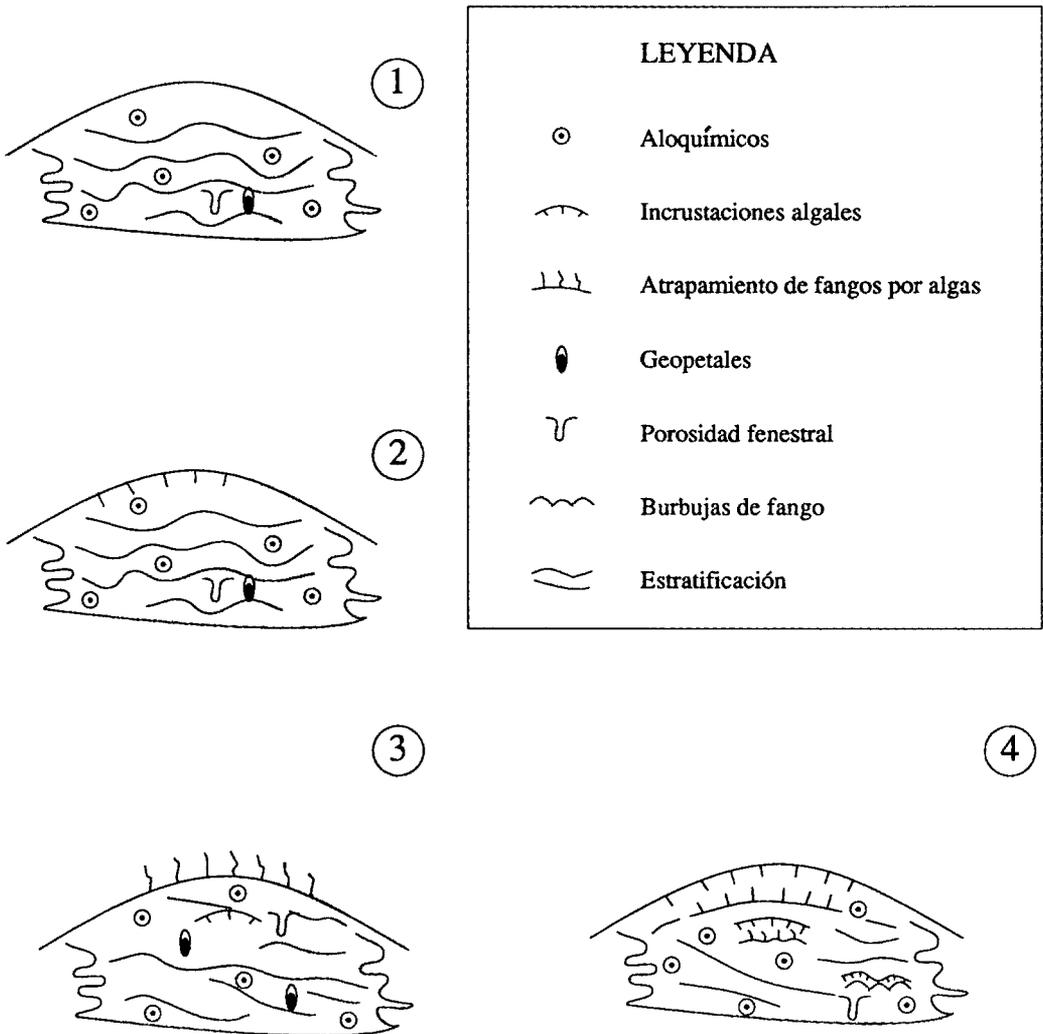


Fig. 4.- Modelos evolutivos de construcción carbonatada en la sucesión Westphaliense de Columbiello: Acumulaciones mecánicas de aloquímicos (1) que pasan a ser fijadas por incrustaciones de algas rojas (2), originando un cuerpo sedimentario que habrá de servir de núcleo para el posterior desarrollo de *bafflestone* de algas filoides (3), cuya fijación mecánica va a ser realizada por la acción de nuevas algas rojas incrustantes.

- 1) Las algas representan un papel relativamente importante en la construcción de los cuerpos carbonatados presentes en la sección de Columbiello (Sector Allernalón, Cuenca Carbonífera Central de Asturias).
- 2) Las algas más abundantes en las rocas carbonatadas estudiadas pertenecen a las algas rojas calcáreas (*Rhodophyta*) y a las algas verdes calcáreas (*Chlorophyta*). Las primeras están representadas por formas de los géneros *Archaeolithophyllum* y *Ungdarella*, así como por otras formas indeterminadas; las segundas, por la dasycladácea *Beresella*. Todas ellas participan de texturas tanto mecánicas como bioconstruidas.
- 3) Las bioconstrucciones originadas por las algas rojas son tanto *bindstone* como *bafflestone*. Las correspondientes a las algas verdes calcáreas presentes, exclusivamente *bafflestone*. Es la propia naturaleza de las secuencias en que se encuentran los cuerpos carbonatados estudiados la que controla el tipo de bioconstrucción presente.
- 4) En la base de la serie, con dominio de secuencias propias de sistemas de barras carbonatada-*lagoon*, características de un sistema de plataforma mixta lutítico-carbonatada, las algas suelen aparecer como otros aloquímicos más dentro de los cuerpos sedimentarios; ocasionalmente, ejercen el papel de constructores fijando los edificios carbonatados (*binding*). En cualesquiera de ambos casos, no es raro que hacia el techo de las unidades rocosas se desarrolle porosidad fenestral, que indicaría extrusión de fluidos debida fundamentalmente a fenómenos de compactación temprana.
- 5) Los primeros niveles de atrapamiento de fango se presentan en los tramos donde se registra la «invasión» de la plataforma por las secuencias deltaicas. Este cambio en la tendencia de la sedimentación influye en la ordenación interna de las asociaciones carbonatadas, en las que la asociación *bafflestone-parabafflestone* indicaría la naturaleza de los pulsos sedimentarios y viceversa.
- 6) Este cambio sedimentológico puede ser usado, al menos en el caso de la sección aquí estudiada, como criterio de separación de los Grupos Lena y Sama, implicando la inclusión del paquete Caleras en este último, como ya nos hemos planteado en un trabajo anterior (Barba, J., 1990) para otras áreas de esta parte meridional de la Cuenca Carbonífera Central de Asturias teniendo en cuenta la sustitución de las secuencias de plataforma mixta por otras deltaicas. No obstante, el carácter puntual de este estudio implica necesariamente mantener las justas reservas en este sentido a la espera de la confirmación de esta hipótesis.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a los doctores A. Cendrero y J.R. Díaz de Te-rán, de la Universidad de Cantabria, por la lectura crítica de aspectos formales del manuscrito original, y, en particular, de la ver-

sión inglesa del resumen. Igualmente a los doctores P. Barba, de la Universidad de Sala-manca, y J.A. Vera, de la Universidad de Gra-nada, por las sugerencias realizadas a la lec-tura del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- Agueda, J. A., Bahamonde, J. R., Barba, F. J., Barba, P., Colmenero, J. R., Fernández, L. P., Salvador, C. I. y Vera, C. (1991).- Depositional environments in Westphalian coal-bearing successions of the Cantabrian Mountains, northwest Spain. *Bull.Soc. Géol. France*, 2, 325-333.
- Bahamonde, J. R. (1990).- *Estratigrafía y Sedimentología del Carbonífero Medio y Superior de la Región del Manto del Ponga (Zona Cantábrica)*. Tesis, Univ. Oviedo, 215 pp. (inédita).
- Barba, F. J. (1990).- *Estratigrafía y Sedimentología del Carbonífero del Borde Meridional de la Cuenca Carbonífera Central Asturiana*. Tesis, Univ. Oviedo, 692 pp. (inédita).
- Barba, F. J. (1991).- Modelos y evolución espacio-temporal de las Asociaciones de Facies Sedimentarias presentes en la Serie Westphaliense del Borde Meridional de la Cuenca Carbonífera Central de Asturias (Zona Cantábrica). *Geogaceta*, 10, 28-32.
- Barba, P. (1991).- *Estratigrafía y Sedimentología de la Sucesión Westfaliense del Borde Sureste de la Cuenca Carbonífera Central*. Tesis, Univ. Oviedo, 469 pp. (inédita).
- Bowman, M. B. J. (1983).- The sedimentology and paleogeographic setting of Late namurian-Westphalian. A basin-fill successions in the San Emiliano and Cármenes areas of NW León, Cantabrian Mts., NW Spain. In: M. J. Lemos de Sousa y R. H. Wagner (Eds.), *Papers on the Carboniferous of the Iberian Peninsula*. An. Fac. Ciéncias, Suppl. Vol 64, 117-177.
- Coleman, J. M. y Pryor, D. B. (1980).- *Deltaic Sand Bodies*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Short Course No. 15: 171 pp.
- Colmenero, J. R., Agueda, J. A., Fernández, L. P., Salvador, C. I., Bahamonde, J. R. y Barba, P. (1988).- Fan-delta systems related to the Carboniferous evolution of the Cantabrian Zone, northwestern Spain. In: W. Nemeč y R. J. Steel (Eds.), *Fan deltas: sedimentology and tectonic setting*. Blackie, Glasgow, 267-285.
- Fernández, L. P. (1990).- *Estratigrafía, Sedimentología y Paleogeografía de la Región de Riosa, Quirós y Teverga-San Emiliano*. Tesis, Univ. Oviedo, 322 pp. (inédita).
- Fernández, L. P., Agueda, J. A., Colmenero, J. R., Salvador, C. I., y Barba, P. (1988).- A coal-bearing fan-delta complex in the Westphalian D of the Central Coal Basin, Cantabrian Mountains, northwestern Spain: implications for the recognition of humid-type fan deltas. In: W. Nemeč y R. J. Steel (Eds.), *Fan deltas: sedimentology and tectonic setting*. Blackie, Glasgow, 286-302.
- Flügel, E. (1982).- *Microfacies Analysis of Limestones*. Springer Verlag, 633 pp.
- González Lastra, J. R. (1982).- Sedimentación de lagoon. In: V. Gabaldón (Coord.), *Sedimentología de Carbonatos*. I.G.M.E.-I.N.Y.P.S.A., 30-43.
- Heckel, P. H. (1974).- Carbonate buildups in the Geological Record: A review. In: L. F. Laporte (Ed.), *Reefs in time and space*. Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ., 18, 90-154.
- Salvador, C. I. (1989).- *Estratigrafía y Sedimentología del Norte de la Cuenca Carbonífera Central Asturiana*. Tesis, Univ. Oviedo, 201 pp. (inédita).
- Vera, C., Martín, J. y Colmenero, J. R. (1984).- Estudio sedimentológico de algunos bancos carbonatados presentes en la Serie Moscoviense de Coballes-Tanes (Región de Mantos, Zona Cantábrica). *Trabajos de Geología*, Univ. Oviedo, 14, 45-52.
- Wray, J. L. (1977).- *Calcareous Algae*. Elsevier Sc. Publ. Co. Devel. in Paleontology and Stratigraphy, 4, 185 pp.

