

SOBRE EL LÍMITE SILÚRICO-DEVÓNICO EN SANTA CREU D'OLORDE (BARCELONA)



por N. LLOPIS LLADÓ, L. VIA BOADA y J. F. DE VILLALTA

I. ANTECEDENTES

Desde las primeras investigaciones sobre los terrenos paleozoicos de los alrededores de Barcelona, realizados por ALMERA (1, 2, 3, 4) ha constituido un problema el límite Silúrico-Devónico, a consecuencia de que en dicha zona límite, aparecieron un conjunto de fósiles pertenecientes en parte al Silúrico, en parte al Devónico. Ello fue motivo para que el propio Almera acudiera a la consulta de los más destacados geólogos del Paleozoico europeo de la época, los cuales dieron sus orientaciones para encauzar la solución (7, 8, 9, 10, 1, 2, 3), pero el problema quedó en pie. Todos los geólogos españoles y extranjeros que posteriormente se han ocupado del Paleozoico catalán han expresado su parecer sobre el mismo (6, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25; 26, 28; 29). Recientemente el problema ha vuelto a replantearse por parte de GREISLING y PUSCHMANN (16) pero como en esta nota no se citan los trabajos posteriores a ASHAUER y TEICHMÜLLER (6) de 1935 y se ignoran los recientes (26, 29) de los geólogos catalanes, hemos creído oportuno darlos a conocer para información general.

II. EL PROBLEMA

Las principales opiniones son las siguientes sobre dicho límite:

ALMERA (2) en su primer trabajo de conjunto sobre los alrededores de Barcelona (1891) admite para el límite Silúrico-Devónico la siguiente estratigrafía:

s₂. Wenlock y Ludlow inferior:

Filadidos arcillosos negros y blancos con *Monograptus priodon*, *M. nilsoni*, *Lunulicardium*, *Obolella*? (sin precisar potencia).

s₂' 25 m. Calizas compactas, piritíferas y veteadas de hidrato de hierro en forma reticular con *Orthoceras*, *Cardiola interrupta* y tallos de *Encrinus*. Pertenecen al nivel de las de San Juan de las Abadesas.

s₂'a 4 m. calizas arcilloso-térreas, bastas, cargadas de *Orthoceras*, las que coronan la mole de Santa Creu d'Orde, con *Praecardium quadrans*, *Kralowna cf. catalaunica*, *Panenka*, *Nucula*, *Ambonychia*.

- d, 30 m. Filadidos amarillentos rojizos, oscuros con vacuolas, con *Ctenacanthus*, *Harpes venulosus*, *Phacops miser*, *Orthoceras*, *Tentaculites*, *Hyolites*, *Spirifer*, *Orthis*, *Leptaena*, *Panenka*, *Dualina cf. major* Barr.
- d', 3 m. Calizas arcillosas que con los filadidos subyacentes pueden referirse a la base del Devónico. Contienen *Orthoceras* y *Tentaculites*.

Techo: Culm.

Más tarde (1900) el propio ALMERA (3) en la segunda edición del Mapa Geológico de los alrededores de Barcelona, Hoja I, da la sucesión siguiente:

- s³. Silúrico superior (nivel medio) (Gotlandiense medio). 25 m. Caliza con *Cardiola interrupta*. Calizas compactas, piritíferas y veteadas de hidrato de hierro en forma reticular con *Orthoceras sp.*, *Cyrtoceras thetys*, *Cardiola interrupta*, *Lunulicardium confertissimum* y tallos de *Encrinurus*.
- s². Silúrico superior (nivel superior) (Gotlandiense superior). 6 m. Calizas arcillosas azuladas, nodulosas, cargadas de *Orthoceras* que coronan el monte de Santa Creu, con *Precardium quadrans*; *Kralowna cf. catalaunica*, *Panenka cf. humilis*, *Nucula sp.*

d. Devónico inferior.

30 m. Filadidos amarillentos rojizos con vacuolas con *Ctenacanthus*, *Harpes venulosus*, *Phacops miser*, *Proteus dormitans*, *Orthoceras cf. bohemicum*, *Tentaculites geinitzianus*, *Hyolites cf. nobilis*, *Spirifer cf. micropterus*, *Cyrina heteroclita*, *Orthis*, *Leptaena interstitialis*, *L. corrugata*, *Panenka cf. pernoides*, *Dualina cf. major* (cerros de Rocabrúna y Auriolos (Gavá).

Calizas algo granulosas amarillentas en el cerro de Can Amigonet de Papiol, conteniendo: *Harpes venulosus*, *Phacops fugitivus*, *Proteus expensus*, *Tentaculites geinitzianus*, *T. acuarius*, *Styliola laevis*, *Chonetes sp.* *Spirifer cf. hystericus*, *Leptaena? lata*, *L. interstitialis*, *L. corrugata*, *Strophomena curta?* *Athyris*, sp., *Pentamerus oblongus*, *Pleurodyctium selcanum*, *Petraia*.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA Y MARCET (1928) (23) en la Memoria del Mapa Geológico 1:50.000, n.º 421, Barcelona, admiten para el límite Silúrico-Devónico la siguiente sucesión estratigráfica, extraída de la descripción que hacen de los terrenos ubicados en la hoja:

Devónico superior:

4-5 m. Calizas grisáceas de tinte azulado, compactas y duras o arcillosas en las cuales Almera encontró: *Orthoceras*, *Tentaculites geinitzianus* Rich., *Leptaena corrugata* Richt., *Pleurodyctium selcanum*.

Silúrico medio y superior:

80 m. (Montcada), 30 m. (Can Baró), 15 m. (Mas Falcó) Calizas compactas amarillas, azuladas y rojizas alternando con pizarras y filadidos como los del Silúrico inferior. En la base Almera encontró *Orthoceras*, *Cardiola interrupta*, en los inferiores *Kralowna almerai*, *Orthoceras* y *Panenka* en los superiores.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA Y MARCET (1930) (22) en la Memoria del Mapa Geológico 1:50.000, n.º 420, San Baudilio de Llobregat, admiten en Santa Creu d'Olorde la siguiente sucesión, extraída también de sus descripciones:

Mesodevónico superior:

Calizas grises, compactas, nodulosas, con grandes *Orthoceras*.

Mesodevónico medio:

Calizas rojizas arcillosas.

Calizas ferruginosas blanco-rojizas con numerosos *Encrinus* (Base del Mesodevónico).

Eodevónico superior:

Caliza gris azulada con *Encrinus* negros.

Discordancia

Ludlow:

Calizas delgadas y ampelitas alternantes.

Wenlok-Ludlow:

Ampelitas.

En Can Amigonet de Papiol, admiten para el Devónico, la siguiente sucesión, sin más precisiones:

Banco delgado de margas arenosas y grisáceas con *Tentaculites*.

Calizas grises pizarreñas, que pasan en su base a

Calizas nodulosas o griotte, conteniendo: *Orthoceras*, *Leptena*, *Pleurodyctium*, *Trilobites* y *Tentaculites*. Pasan insensiblemente por su base a

Caliza margosa.

Calizas dolomíticas delgadas sin fósiles.

Muro: Silúrico.

SCHRIEL (1929) (24), en Santa Creu d'Olorde, admite para las capas con *Tentaculites* edad mesodevónica y hace una comparación con las mismas capas de Thuringia, referidas por aquellas fechas al Devónico medio; la fauna que cita en Santa Creu, cuyas especies se encuentran también en Thuringia es la siguiente:

Leptena corrugata Rich., *Strophomena curta* Richt., *Leptena (Strophomena) interstitialis* Phill., *Trimerocephalus micromma* F. A. Roem *Phacops fugitivus* Barr., *Harpes radians*, var., *H. venulosus* Cord. var *radians* Richt., *Tentaculites geinitzianus*, *Tentaculites acuarius* Kays., *Styliolina laevis* Kay.

En Can Amigonet de Papiol, admite la siguiente serie estratigráfica:

Techo: Liditas del Culm.

3.— Margas arenosas y pizarras con *Tentaculites*.

2.— Capas margosas que pasan a calizas nodulosas grises o amarillentas con *Orthoceras*; hacia la base pasan a calizas griotte con *Leptena*, *Pleurodyctium*, *Trilobites* y *Tentaculites*, y finalmente a pizarras rojas y grises en el cerro de la casa de campo de Can Amigonet.

1.— Bancos de dolomías parduzcas de 1 a 2 m. de espesor.
Yacente: Silúrico inferior.

MARCEY en 1933 (26), hace una revisión del problema y de las faunas contenidas y citadas en todas las capas y admite la siguiente estratigrafía:

Devónico: (nivel superior):

Pizarras y margas arenosas alternantes con *Tentaculites* y *Pleurodyctium selcanum* Grehl., *Zaphrentis guilleri* Barr., *Chonetes* sp., *Zaphrentis* sp., *Strophomena curta?* Richt. *Encrinurus*, *Strophomena*, *Leptena corrugata* Richt. *Obolella*, *Leptena* cf. *interstitialis* Phill., *Leptena* sp. cf. *sericea* Sow., *L. transversalis* Dalm., *Orthis elegantula?* Dalm., *Spirifer* cf. *hystericus* Schlot., var. *micropterus*., *Cyrtina heteroclyta* Rich., *Atrypa grayi* Lar., *A. reticularis* Lam., *Orthoceras*, *Styliolina laevis* Richt., *Tentaculites acuarius* Rich., *Tentaculites geinitzianus* Rich., *Sluzka?*, *bohémica* Barr., *Aviculopecten*, *Avicula* cf. *indivisa* Barr., *Avicula* sp., *Sinek* cf. *antiquus* Barr., *Harpes radians* var. *venrulosus*., *H. radians* var. *radians*, *Harpes*, *Phacops*.

Devónico: (nivel medio):

Potentes bancos de calizas compactas, nodulosas, grises (=mármol griotte) con grandes *Orthoceras* y *braquiópodos*.

Pizarras rojizas y grises.

Calizas griotte con *Orthoceras*, *Leptena*, *Pleurodyctium*, *Trilobites* y *Tentaculites*.

Margas.

Calizas grises y amarillentas con *Orthoceras*.

2 m. Caliza dolomítica oscura.

Ludlow:

Pizarras con *Graptolites* y calizas delgadas con *Orthoceras*. Indica las dudas que tiene acerca de que esta última caliza pueda ser atribuida al Ludlow.

ASHAUER y TEICHMÜLLER en 1935 (6), para el límite Silúrico-Devónico de los alrededores de Barcelona, indican la existencia de la siguiente sucesión estratigráfica:

Techo: Culm.

Devónico medio:

6.— 49 m. Pizarras de *Styliolinas* y calizas margosas con geodas (con faunas atribuidas por SCHRIEL al Devónico medio).

Devónico inferior, Downton y Ludlow:

5.— 30 m. Calizas nodulosas (con fósiles del Downton).

4.— 20 m. Margas dolomíticas con ocrez arrañados y dolomías ferruginosas.

3.— 15 m. Pizarras silíceas con banquitos silíceos apizarrados.

2.— 20 m. Pizarras silíceas.

1.— 30 m. Pizarras con *Graptolites* en capas finas y en parte silíceas.

Ludlow:

250 m. Pizarras bituminosas con *Graptolites*.

Indica que las 1, 2 y 3 pertenecen todavía al Ludlow. Introduce la noción del Downton en España y admite una sedimentación continua, ininterrumpida entre el Ludlow y el Devónico medio.

HERNÁNDEZ-SAMPELAYO (1942) (17), en su resumen sobre el Siluriano de España, hace una recopilación de los trabajos existentes hasta aquella fecha admitiendo las últimas conclusiones de Schriell, San Miguel, Marcet, y Ashauer y Teichmüller.

MARCEY en 1960 (21), hace una nueva exposición del problema y publica una escala estratigráfica de los alrededores de Santa Creu d'Olorde, como sigue:

Wenlock. Pizarras arcillosas coloreadas, graptolíticas y ampelíticas.

Ludlow. Pizarras silíceas negras, graptolíticas (*Monograptus*), calizas en lechos delgados con *Orthoceras*.

Downton. Calizas dolomíticas ferruginosas y pardas.

Calizas con *Cardiola interrupta* y *C. cornucopiae* (s³ de Almera).

Calizas con *Kralowna* y *Panenka humilis* (s³ de Almera).

Calizas griotte, grises y blancas, nodulosas con *Orthoceras* y *Encrinus*.

Pizarras

(Nivel inferior). Estefaniense. Margas dolomíticas ferruginosas más o menos pardas y areniscas rojas con *Encrinus* pequeños.

(Nivel medio). Pizarras rojas y grises, calizas y margas pardas.

Calizas griotte.

Calizas grises y amarillentas, nodulosas, con *Orthoceras*.

Margas.

Margas y calizas con *Orthoceras*.

(Nivel superior). Pizarras y margas arenosas.

Pizarras con *Tentaculites* de Papiol.

Techo: Carbonífero.

SOLÉ (1965) (25), en su resumen de la Geología de los alrededores de Barcelona admite la siguiente sucesión, sustentada en las anteriores investigaciones:

Ludlow: Pizarras silíceas.

Calizas con *Cardiola interrupta* y *Panena*.

Devónico: Inferior, falta.

Medio: Dolomías.

Calizas con *Leptaena*, *Panenka*, *Atrypa*, *Phacops*, *Encrinus*, etc.

(Montcada, Santa Creu Brugués).

Margas y calizas margosas con *Tentaculites*.

Techo: Pequeña discordancia con el Carbonífero.

GREISLING y PUSCHMANN (1965) replantean el problema (16) de los límites Silúrico-Devónico aportando nuevas precisiones. Dividen el conjunto Silúrico-Devónico de Santa Creu d'Olorde en cuatro tramos:

1. Calizas inferiores, 35 m.

2. Pizarra arcillosa y pizarra aluminosa con delgadas intercalaciones de caliza. 2 a 5 m.
3. Caliza superior, 15 m.
4. Pizarra de *Tentaculites*, 15 m.

El límite superior de la caliza inferior «debe buscarse, o en la base del Ludlow superior o dentro de este tramo». El tramo 2 correspondería, según estos autores, al Ludlow superior; el tramo 3, sería Emsiense superior o Couviniense inferior; las pizarras de *Tentaculites*, en fin, comprenderían desde el Devónico medio superior hasta el Devónico superior.

Finalmente, LLOPIS (1965) (16), piensa que debe existir una condensación estratigráfica en el conjunto de capas comprendidas entre el Ludlow superior y el Devónico medio que son los únicos horizontes que sin duda de ninguna clase tienen una situación estratigráfica definida por una base paleontológica. Este fenómeno de condensación del Devónico inferior, no sólo se encuentra en Cataluña sino también en la cuenca pirenaica, donde aparecen fósiles del Couviniense inferior a pocos metros del Ludlow (Andorra).

Como se ve las opiniones de los diferentes y numerosos autores que se han ocupado del problema del límite Silúrico-Devónico en Santa Creu d'Olorde son muy diversas y han evolucionado en el transcurso de cerca de 90 años. No obstante hay un acuerdo casi unánime en colocar la serie rítmica inferior de calizas y pizarras como serie de transición silúrico-devónica, sino de manera efectiva por lo menos implícita. Con objeto de puntualizar ideas y fijar conceptos hemos creído útil redactar esta nota a raíz sobre todo de los últimos descubrimientos paleontológicos en Santa Creu.

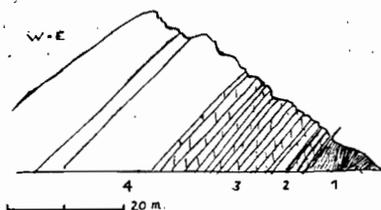


Fig. 1. — Corte de la Cantera del E. del monte de Santa Creu d'Olorde (Barcelona). Contacto normal Silúrico-Devónico. 1. — Ampelitas oxidadas del Wenlock-Ludlow. 2. — 3-4 m. pizarras rojizas (en capas de 0,2 m.) y calizas reticuladas en capas de 0,4-0,8 m. Secuencia calco-pelítica. 3. — 20 m. calizas reticuladas tableadas en capas de 0,4-0,6 m. 4. — 20 m. calizas masivas en capas de 4 a 6 m.

III. LA SUCESIÓN ESTRATIGRÁFICA

A pesar de la reducida extensión que tienen las capas silúrico-devónicas de Santa Creu d'Olorde, no resulta fácil encontrar una serie estratigráfica completa, de manera que es preciso reconstruirla con perfiles parciales. Por otra parte, la complicación tectónica es grande en sus detalles, puesto que el sinclinal vergente al SW. que vieron ya Almera, Schriell y Ashauer y Teichmüller (2, 3, 6, 24), es en realidad un sinclinorio, cuya complicación ha sido puesta de manifiesto por Carreras recientemente en un trabajo aún inédito. Esta complicación

se manifiesta sobre todo en la presencia de numerosos contactos mecánicos internos que superponen anormalmente niveles diferentes, alterando completamente a veces, la sucesión estratigráfica normal.

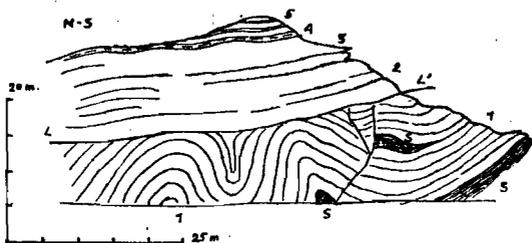


Fig. 2. — Estructura del frente de la Cantera de Can Ferrés. Vertiente W. de Santa Creu d'Olorde (Barcelona). S. Ampelitas del Wenlock-Ludlow. 1. — 20 m. calizas tableadas reticuladas en capas de 0,4-0,6 m. En la base se ha encontrado *Scyphocrinus elegans*, Zenk. 2. — 20 m. calizas reticuladas masivas con algunos políperos solitarios en la parte alta. 3. — 1,5-2,5 m. Zona de margas grises y pizarras rojizas. Las primeras ricas en braquiópodos (*Schelwiennella umbracula*, *Stropheodonta gigas*, *Atrypa* sp. y otros). 5. — Base de la serie del mesodévonico con margas y calizas con tentaculídeos. L-L'. — Línea de discordancia mecánica que limita la serie inferior, fuertemente disarmónica, de la serie superior en posición normal.

Uno de los puntos en que puede obtenerse una serie estratigráfica más normal es la cantera hoy abandonada situada en el frente SW. de la montaña y en las proximidades de Can Ferrés. Por encima de esta cantera pasa la carretera o pista que conduce a la cantera superior, N., hoy en activa explotación. Desde esta pista hasta la cumbre del cerro de Santa Creu, puede obtenerse un corte completo.

La sucesión estratigráfica que ha podido obtenerse de esta manera es la siguiente:

Corte I.

Muro: Ampelitas aluminosas negras y blancas por oxidación de su contenido en carbón.

- 1.— 6-7 m. Calizas gris azuladas claras con bandas amarillas irregulares interestratificadas. Microestratificación ondulada. Planos medios de 0,05 - 0,1 m. Planos mayores de 1-2 m. de intervalo.
- 2.— 0,5 m. Pizarrilla rojo vinosa, friable, bien estratificada.
- 3.— 4 m. Caliza gris azulada, amigdaloides con manchas ocráceas. Fragmentos de pequeños *Orthoceras*.
- 4.— 3 m. Caliza tableada en capas delgadas, pizarrea con lechos de ampelita de algunos mm. (Calcopelita).
- 5.— 4 m. Calizas gris azuladas masivas con manchas ocráceas.
- 6.— 0,8 m. Pizarras rojo vinosas.
- 7.— 5 m. Caliza masiva gris amarillenta.
- 8.— 4 m. Caliza gris rojiza en superficie.

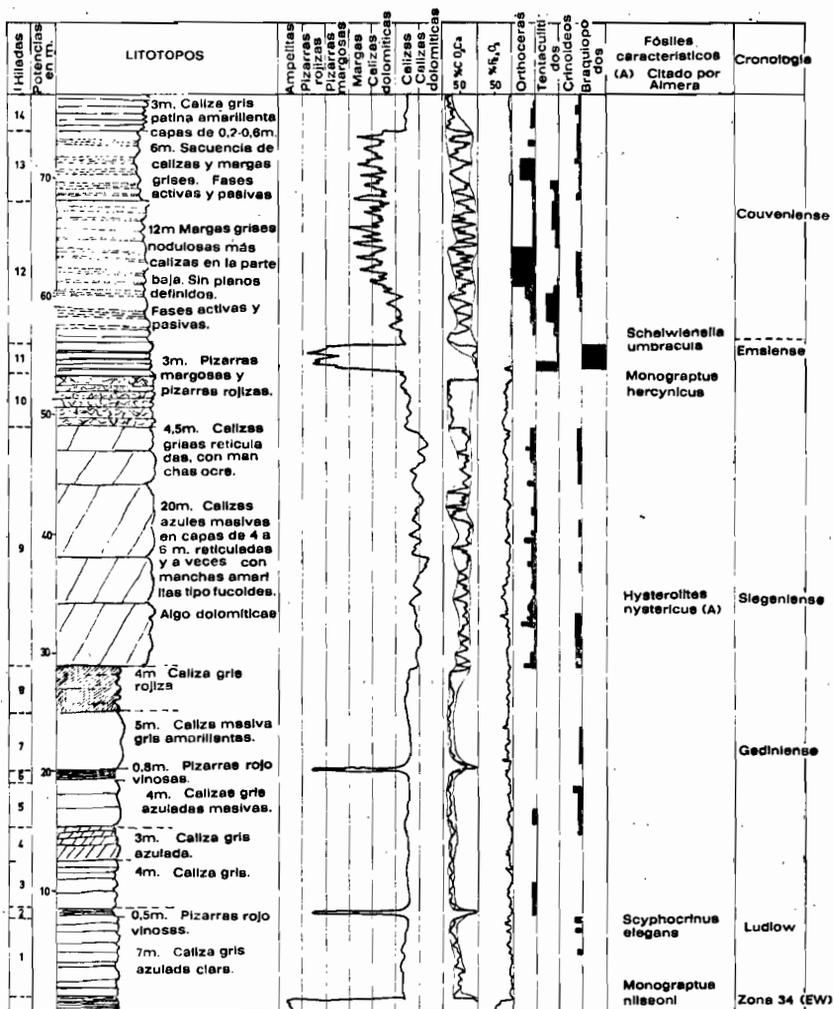


Fig. 3. — Estratigrafía del Devónico de Santa Creu d'Olorde (Barcelona).

- 9.— 20 m. Calizas masivas en capas de 4 a 6 m. con profusión de *crinoides*. Estas calizas son grises, reticuladas, algo azuladas, y a veces con manchas amarillas, de ocre, que recuerdan las calizas con *Fucoides* del Triás.

En la zona alta de la cantera ya en el límite con la pista, las calizas masivas comienzan a tablearse y pasan a

- 10.— 4-5 m. Calizas en capas de 0,2 - 0,3 m.; grises, reticuladas y manchadas de ocre con grandes *Orthoceras*, *crinoideos* muy abundantes y *políperos*.
- 11.— 3-4 m. Pizarras margosas oscuras con pequeños braquiópodos: *Schelwienella umbracula*, *Athyris*. Pizarras rojizas con *Tentaculites*; *Monograptus*. *Leptaena rhomboidalis*, *Conularia*. Estos dos litotopos van acompañados de delgadas intercalaciones calizas.
- 12.— 12 m. Margas grises nodulosas con *Orthoceras* y *Tentaculites*, más calizas en la parte baja. Secuencia sin planos de estratificación definidos: fase activa y pasiva de sedimentación.
- 13.— 6 m. Secuencia de calizas y margas grises. Estratificación poco definida, sin planos. Las calizas son a veces filas de nódulos o de *Orthoceras*. Las margas contienen *Tentaculites*.
- 14.— 3 m. Calizas gris, pátina amarillenta en capas de 0,2 a 0,6 m.

La capa 11 por su elevado interés, por contener la fauna clave de la estratigrafía, ha sido sometida a un análisis más detallado, dando la siguiente sucesión:

Muro: Capa 10.

- 0,3 m. Caliza dolomítica amarillo-camello.
- 0,01 m. Pizarra verde-amarillenta arcillosa.
- 0,04 m. Arcilla limonítica amarillo claro.
- 0,07 m. Pizarra arcillosa blanca, varvada en rojo vinoso en la parte alta. Tiene moldes de braquiópodos indeterminables.
- 0,03 m. Pizarra rojo-vinosa con:
Monograptus hercynicus?
Tentaculites.
Conularia.
- 0,18 m. Pizarras blancas en la base, con moldes de *braquiópodos* y *Monograptus* sp.
Macrosecuencia pizarra oscura, carbonosa y margosa-pizarras blancas y oscuras, varvadas. Contiene profusión de *Schelwienella umbracula* y *Stropheodonta gigas*, Mc. Coy.
- 0,06 m. Pizarras rojo-vinosas con:
Novakia acuaria Rich.
Athyris raro.
Conularia raro.
- 0,04 m. Pizarra arcillosa amarillenta.
- 0,08 m. Caliza gris.
- 0,02 m. Calcoesquisto verdoso.
- 0,12 m. Caliza gris verdosa.
- 0,45 m. Margas nodulosas pizarreña gris oscura, con *Athyris* numerosas.
- 0,12 m. Caliza gris.
- 0,35 m. Secuencia pizarra roja - pizarra verde oscura.

Esta serie puede reconocerse en general en todo el borde W. del sinclinorio, pero en el borde E. al pie de la cumbre de Santa Creu hay ciertas variaciones, puesto que no hemos podido ver el horizonte 5) y en cambio aparecen otros litotopos. Al mismo pie de la cumbre, al S. hay un buen corte del contacto entre la serie de calizas 3) y las margas 6). La serie está invertida por corresponder al flanco E. del sinclinorio vergente al W., pero devolviéndole a su posición normal el corte sería el siguiente:

De abajo a arriba:

Corte II.

- 1.— 0,3 m. Caliza de la cumbre de Santa Creu. Caliza de patina gris y más clara al corte, con nódulos y retículos de óxidos de Fe, orientados paralelamente a los planos de estratificación. Contienen fragmentos de *Orthoceras* y *crinoideos* transportados, colocados paralelamente a los planos. Clara tendencia a la anisotropía. Ligera esquistosidad paralela a los planos de estratificación.
- 2.— 0,8 m. Caliza gris como la anterior pero reticulada. Los retículos son estraticulaciones conjugadas cuyos plazos han sido ocupados por piritita limonitizada. Esquistosidad paralela a los planos. Tendencia clara a la anisotropía. Entronques de crinoideos dispersos, transportados.
- 3.— 0,7m. Calizas azuladas amigdaloides.
- 4.— 0,3 m. Calizas delgadas, negras microestratificadas. «Varvas» calcopelíticas.
- 5.— 5 m. Calizas gris azuladas, nodulosas, compactas.
- 6.— (igual al 6 del corte anterior).

En cambio en la cantera más oriental, actualmente abandonada, situada en las inmediaciones de la Colonia obrera, la sucesión estratigráfica es muy parecida a la de la cantera de Can Ferrés. En esta cantera, en general la serie aparece invertida, pero en el centro de la misma hay un paquete de estratos que aparece en su posición normal y en él puede obtenerse la siguiente sucesión:

Corte III.

Muro: Ampelitas negras.

- 1.— 2-3 m. Secuencia calcoampelítica. Pizarras de 0,2 m. y calizas reticuladas de 0,4 a 0,8 m.
- 2.— 20 m. Calizas reticuladas tableadas en capas de 0,4 a 0,6 m.
- 3.— 20 m. Calizas masivas en capas de 4 a 6 m.
- 4.— 4 m. Zona de transición. Secuencia calizas tableadas-pizarras rojas y negras. Las calizas tienen *Orthoceras* y *políperos* (?).
- 5.— 3-4 m. Pizarras margosas oscuras con *braquiópodos*, pizarras rojas con *Tentaculites* y *trilobites* (?).

Como se ve, al intentar obtener una estratigrafía detallada, se pone de manifiesto la existencia de algunas diferencias en los límites, aún teniendo en cuenta la reducida extensión de la formación circunscrita al monte de Santa Creu d'Olorde. Las diferencias se hacen mucho más acusadas en los detalles, cuando se considera la estratigrafía de los otros afloramientos vecinos de Sant Bartomeu de la Quadra, Montcada y Gavá y mucho más aún en los del Montseny y de la Cordillera litoral, al NE. de Barcelona, si bien en cambio los tramos generales se conservan. Por esto GREISLING y PUCHMANN (16) encuentran grandes analogías entre estos diversos afloramientos silúricos-devónicos de los alrededores de Barcelona, ya que únicamente distinguen cuatro tramos que coinciden aproximadamente con los ya clásicamente conocidos. Por esta misma causa no queremos hacer hincapié en los demás afloramientos, pues ello nos alejaría del problema fundamental del límite Silúrico-Devónico en Santa Creu d'Olorde.

IV. DISCUSIÓN SOBRE LA EDAD DE LA SERIE DE SANTA CREU D'OLORDE

Las ampelitas silúricas que constituyen siempre el muro de la serie caliza objeto de discusión, son ricas en graptolites, lo que constituye un buen punto de partida para una discusión cronológica. Hay que tener en cuenta, no obstante, que tal como ya hemos dicho anteriormente, el contacto de las ampelitas del muro con la serie caliza es siempre anormal, puesto que es ya conocido el hecho de que la masa caliza de Santa Creu se ha deslizado tectónicamente sobre las ampelitas a consecuencia de la extremada plasticidad de éstas. Así pues no es fácil situar estratigráficamente los niveles más elevados de las ampelitas silúricas.

Las faunas de graptolites encontradas, nos revelan claramente, si hemos de aceptar las especies que nos han dado los diferentes autores que se han ocupado de las mismas (2-3, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 20-21, 26), que aparece representado casi todo el Silúrico desde el techo del Valentiense inferior (Llandovery) hasta el Ludlow. Las faunas de Can Ferrés, revisadas hace pocos años por SUÑER COMA (26, 27) contienen como graptolites clásicos:

Monographus convolutus Hissing Zona 22 Techo del Valentiense inferior.

Monographus sedwickii Portl. Zona 23 Base del Valentiense superior.

Monographus turriculatus, Barr. Zona 24 Base del Valentiense superior.

Monographus priodon Bronn. Zona 31 ? Wenlock.

Monographus nilssoni Barr. Zona 34 base del Ludlow.

Parece por consiguiente, que en las ampelitas basales esté representado todo el Silúrico hasta la base del Ludlow, zona 34. Es cierto que *Monographus nilssoni* Barr. graptolites clásico del Silúrico inglés se cita con interrogante y por tanto la determinación puede ser dudosa. En cambio en el Coll de la Mata un poco hacia el E. de Santa Creu d'Olorde, se han encontrado *Monographus colonus* Barr. y *M. dubius* Suess. que nos revelan también el Ludlow. Hay que tener

en cuenta, que las investigaciones cronoestratigráficas sobre el Silúrico de Cataluña, no se han apurado ni mucho menos, puesto que el primer intento de sistematización por zonas se debe a SUÑER COMA (26) en 1957.

Por estos datos podemos pues aceptar que la serie caliza de Santa Creu d'Olorde se apoya sobre la base del Ludlow y como la sedimentación ha sido continua, puesto que la secuencia basal del corte de la cantera de Can Ferrés, indica una típica serie de transición a la caliza masiva más alta, por lo menos la base de esta secuencia debe de colocarse también, a nuestro modo de ver, en el Ludlow inferior.

Este criterio es tanto más verosímil, cuanto que en las capas de la base de la secuencia encontró J. M. THOMAS CASAJUANA, de Barcelona, un caliz de *Scyphocrinus elegans* (18) crinoideo característico de la caliza carburada del Ludlow en todo el Pirineo.

Por otra parte, con toda probabilidad proceden de esta secuencia las series de fósiles silúricos citados por ALMERA (1, 2, 3) correspondientes la mayor parte al Ludlow como *Cardiola interrupta*, muy frecuente también en el Ludlow pirenaico.

Todo ello induce a pensar que la secuencia inferior 1-2 (Corte I) corresponderá todavía al Ludlow. (Capas 1-8. Corte I).

Al llegar al horizonte 3, no poseemos datos paleontológicos recientes que permitan nuevos elementos de juicio y lo propio pasa con el horizonte 4. Únicamente cabe recordar que la observación meticulosa de estos tramos no revela señal alguna de diastema ni laguna estratigráfica, que pudiera indicar una falta de aportes sedimentarios durante la sedimentogénesis; por el contrario todo invita a pensar en una marcada continuidad sedimentogénica como parece demostrarlo la existencia de series de transición, aunque breves, entre unos y otros litotopos. Así la secuencia 1 sirve de transición entre las ampelitas basales y las calizas 3-4, las cuales a su vez son zona de paso a las calizas masivas 9. También la serie 10 es transitoria entre 9 y 11 y ésta lo es a 12. No podemos encontrar un ejemplo más claro de series transicionales.

Establecido este punto que desde luego es muy importante, vemos que en el nivel 11, aunque de reducido espesor, aparece una interesante fauna que fue descubierta por Carreras (*) y que ha dado las siguientes especies:

- Schelwienella umbracula.*
- Stropheodonta gigas* Nc Coy.
- Athyris*, sp.
- Leptaena rhomboidalis.*
- Conularia.*
- Novakia acuaria* Rich.
- Monograptus*, sp.

* Vide Loc. cit. en nota marginal.

Algunas de estas especies son banales como *Leptaena rhomboidalis* que vivió desde el Silúrico hasta el Emsiense, pero otras en cambio nos revelan claramente el Emsiense. La presencia de *Monograptus* no ha de extrañarnos. Algunos de estos graptolites llegan al Devónico medio como *Monograptus hercynicus* por ejemplo. Precisamente GREISLING y PUSCHMANN (16) indican la presencia de *Monograptus hercynicus* en este nivel y se apoyan en este fósil para admitir que el Silúrico llega todavía hasta aquí, pero en cambio no dicen nada del resto de la fauna que denuncia el Emsiense. Admitir que esta capa es aún Silúrico, por la presencia en ella de *Monograptus hercynicus* equivaldría a iniciar aquí una discursión de carácter general acerca de los límites inferiores del Devónico, que fue ya debatida suficientemente en Rennes en 1964 durante la Reunión para el límite Silúrico-Devónico en la que se tomó el acuerdo de admitir la división clásica y aceptar que *Monograptus hercynicus* y otros graptolites pueden alcanzar la base del Devónico medio.

Por consiguiente hemos de considerar que el nivel 11, de Santa Creu d'Olorde es Emsiense y constituye la base de los horizontes 12, 13 y 14, considerados ya clásicamente como Devónico medio sobre todo por sus formas de *Tentaculites*: *Paranovakia geinitziana* Richt.

En este caso las calizas de los niveles inferiores al 11 deben estar forzosamente comprendidas entre el Ludlow y el Emsiense. Si admitimos, como todo parece demostrarlo que existe una continuidad de sedimentación en toda la serie caliza de Santa Creu d'Olorde, es forzoso también admitir que en las capas 3 al 11, deben de estar representados el Gedinense y el Siegeniense en cuyo caso es necesario admitir una condensación de todo el Devónico inferior en los 35 ó 40 m. que tienen los horizontes 3 al 12, tal como ya se había indicado recientemente (19).

V. LA SUCESIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

Con lo que se acaba de indicar parece que comienza a encontrarse ya el camino para obtener una buena distribución cronoestratigráfica del Silúrico-Devónico de Santa Creu d'Olorde, que a nuestro modo de ver tendría que establecerse por el momento de la siguiente manera:

Silúrico:

Valentiense inferior:

120 m. Ampelitas y cuarcitas de facies Llandovery. Las ampelitas contienen las siguientes biozonas:

Zona de *Monograptus convolutus*. Zona 22.

Valentiense superior:

80 m. Pizarras arcillosas y ampelitas de Tarannon en las que aparecen las siguientes biozonas:

Zona de *Monograptus sedwickii*. Zona 23

Zona de *M. turriculatus*, Zona 24.

Wenlock + Ludlow medio :

20 m. Ampelitas y pizarras blancas arcillosas con:
Zona de *Monograptus nilssoni*. Zona 34.

3-4 m. Secuencia calco-ampelítica del corte de la cantera de Can Ferrés con *Scyphocrinus elegans*.

20 m. Calizas reticulares tableadas en capas de 0,2 - 0,4 m. con la fauna silúrica de Almera: *Cardiola interrupta* Sow. *Lunulucardium confortissimum* Barr. *Orthoceras laumonti* Barr. *Panenka bohémica* Barr., etc. Esta fauna puede encontrarse también en la capa anterior.

Ludlow-Devónico :

Ludlow-Gediniense-Siegeniense :

20 m. Calizas masivas en capas de 4 a 6 m. Son grises, reticuladas, algo azuladas con *Orthoceras* y *crinoideos*.

4-5 m. Calizas tableadas, ocráceas con grandes *Orthoceras* y abundantes *crinoideos*.

Emniense :

3-4 m. Pizarras margosas oscuras, pizarras rojizas y calizas delgadas. Contienen: *Schelwienella umbracula*, etc.

Couviniense :

12 m. Margas grises nodulosas con capas de *Orthoceras* y *Paranovakia geinitziana*. Alternan con tramos más calizos.

6 m. Secuencia de calizas y margas grises, estratificación mal definida. Contienen *Tentaculitidos*.

3 m. Caliza gris, patina amarillenta.

La cronoestratificación de la zona alta queda mal definida todavía hasta que no se hagan nuevos hallazgos paleontológicos.

Sería muy interesante a este respecto conocer a fondo la fauna de conodontos a que se refieren GREISLING y PUSCHMANN, encontrada según estos autores en las «pizarras silíceas» bajo las liditas carboníferas», referida por KRANH al Devónico superior (16), puesto que nada en la sedimentación ni en el desarrollo paleogeográfico parece indicar la existencia de lagunas por encima de las capas con *Tentaculitidos*, sino que por el contrario la sedimentación parece detenerse allí. He aquí un nuevo problema que nos plantea el techo de la serie Devónica barcelonesa.

VI. CONSIDERACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

Los litotopos y su contenido faunístico nos induce a aceptar algunas consideraciones sobre las características paleogeográficas de los tiempos silúricos-devónicos en esta zona. Son :

1. — En las postrimerías del Ludlow se produce un marcado cambio en el régimen sedimentario. A las ampelitas pelágicas con graptolites suceden depósitos más litorales representados por las calizas con *Scyphocrinus elegans*, siguiendo

do en esto la región layetánica, la misma evolución de la zona pirenaica. La secuencia basal de tránsito del dominio pelítico al dominio calizo se encuentra también en todo el Pirineo oriental. El dominio litoral se enriquece en el tramo 3, con la desaparición de las ampelitas, pero las frecuentes interrupciones en la sedimentación reveladas por los numerosos planos de estratificación separados por pequeños intervalos, indica todavía una cierta resistencia a la implantación de régimen netamente calizo.

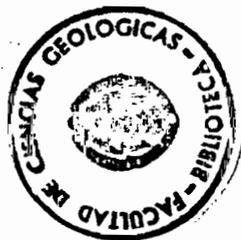
2. — El régimen propiamente calizo comienza en el tramo 3, de calizas masivas, es decir en el límite Silúrico-Devónico. El carácter reticulado de estas calizas con tendencia a la amigdaloida revela una cierta movilidad del medio sedimentario. El contenido en hierro es probablemente terrígeno. Los fragmentos de crinoideos son en mayor parte transportados pero procedentes de praderas próximas. Algunos vivieron in situ, en un medio probablemente poco favorable. En el techo de 9, aparece ya la transición a 10, donde aparece una asociación de *Orthoceras*, largos tallos de *crinoideos* y *políperos*, probablemente desarrollada in situ. Es el momento más litoral de toda la sedimentogénesis.

3. — Las capas 10, completan un pequeño ciclo disimétrico como puede verse en la curva litológica, puesto que sedimentogénicamente equivale a las capas 3-5, del Ludlow. Se prosiguen con el depósito de 11, mucho menos calizo y aún con conatos de sedimentación pelítica como ocurre con el depósito de las delgadas pizarras rosadas o rojizas con fauna Emsiense de *braquiópodos*, *tentaculites* y *conularias*.

La zona fosilífera constituye un microciclo que representa probablemente un episodio bioestratigráfico importante. Las pizarras rojas con *Tentaculites* constituyen un momento de dominio pelágico, mientras que los bancos verdes oscuros, ricos en materia orgánica con *Schelwienella* acusan un ambiente reductor. Esta capa sedimentada en un fondo cenagoso pobre en oxígeno, está situada entre las pizarrillas rojas con *Tentaculites*.

4. — A partir del Emsiense, el ambiente sedimentario se hace más pelágico; faunas de *tentaculitidos* se depositan sobre un bentos formado sobre todo por *lamelibranquios*, *braquiópodos* y *cefalópodos*. Los *Orthoceras* forman capas de varios centímetros de potencia (hasta 0,4 m), perfectamente ordenados, sedimentados sobre un eje mayor, pareciendo indicar poca agitación en el ambiente en el que se depositaban barros calcopelíticos predominantemente terrígenos. Las aleuritas y los coloides vuelven a tener cierta hegemonía, hasta el depósito de las calizas 8, denunciadoras de nuevas influencias litorales.

5. — La sedimentogénesis silúrico-devónica se ha realizado, pues, en Santa Creu d'Olorde en dos ciclos sedimentarios, desarrollados ambos dentro de un régimen de «shelf» en el que las capas couvinienses representan probablemente los momentos de máximo alejamiento del litoral.



RÉSUMÉ

La limite du Silurien-Dévonien à Santa Creu d'Olorde (Barcelone) a été un problème depuis les premières recherches d'ALMERA. Récemment le problème a été posé à nouveau par GREISLING et PUSCHMAN, mais leurs conclusions n'étant pas d'accord avec les récentes découvertes paléontologiques, nous nous croyons obligés à une révision.

Le substratum d'ampélites sur lequel s'appuie la série Silurien-Dévonien appartient sans doute au Ludlow inférieur et moyen d'après ses faunes de graptolites. La série rythmique calco-pélitique suivante contient à sa base *Scyphocrinus elegans* et appartient, pourtant, au Ludlow supérieur. Dans les calcaires massifs que leur succèdent on n'a pas trouvé de fossiles caractéristiques. Au-dessus il y a encore un niveau de marnes à brachiopodes avec *Schelinella umbracula* qu'il faut placer pourtant à l'Emsien. Au toit, les marnes à *Tentaculitidés* ont été placées de puis longtemps au Dévonien moyen, c'est-à-dire probablement au Couvinien d'après la continuité stratigraphique. Pour le moment il n'y a pas de preuves décisives de l'existence du Dévonien supérieur dans cette zone. L'existence de certains *Monograptus*, comme le *M. hercynicus*, dans les couches à brachiopodes, ne prouve pas qu'ils appartiennent au Silurien, car ces graptolites peuvent arriver jusqu'au Dévonien moyen. Tout invite donc à penser à une condensation stratigraphique qui embrasserait une partie du Ludlow supérieur, le Gédinien, le Siégien et une partie de l'Emsien. Quant à la dénomination de Downton proposé par ASHAUER et TEICHMÜLLER, pour cette zone de transition, ni les faunes ni les facies ne permettent aucune comparaison avec le Downton anglais, et pour cette raison ce terme doit être écarté à Santa Creu d'Olorde et même au reste de la Péninsule Ibérique.



BIBLIOGRAFIA

- ALMERA, J.
1. 1898. «Compte Rendu, excursion de mardi 4 octobre à Castellbisbal et à Papiol». *Bull. Soc. Géol. de Franc.* (3). 26, pp. 766-788. París. 2 figs.
 2. 1891. «Mapa geológico-top. prov. Barcelona. Hoja I».
 3. 1900. «Mapa geológico-top. prov. Barcelona. Hoja I». 2.^a edición.
- ALMERA, J. et BERGERON, J.
4. 1905. «Note sur les nappes de recouvrement des environs de Barcelone (Espagne)». *Bull. Soc. Géol. Franc.* (4) 4. pp. 705-721. 4 figs. París.
- FAURA, M.
5. 1918. «Enumeració de les espècies fòssils dels terrenys paleozoics de la prov. de Barcelona». Junta C. N. de Barcelona. Anuari III. Barcelona.
- ASHAUER, H. y TEICHMÜLLER, R.
6. 1935. «Die varissische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens». *Abh. Gess. Wiss. Göttingen. Math. phys. Kl.* 3. F. 16. pp. 1-79, 48 figs. 7 láms. Berlín.
- BARROIS, CH.
7. 1891. «Observations sur le terrain Silurien des environs de Barcelona». *An. Soc. Géol. de Nord.* 19 figs. pp. 64-69. Lille.
 8. 1892. «Observations sur le terrain dévonien de la Catalogne». *An. Soc. Géol. de Nord.* 20. pp. 61-73. Lille.
 9. 1898. «Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone (Espagne)». *An. Soc. Géol. du Nord.* 27. pp. 180-182. Lille.
 10. 1901. «Note sur les graptolites de la Catalogne et leurs relations avec les étages graptolitiques de la France». *Bull. Soc. Géol. Franc.* (4). 1 pp. 637-646. París.
- CHEVALIER, M.
11. 1930. «Geologia de Catalunya». Vol. I. «L'era Primària». 218 pp. y figuras Barcelona.
- FAURA SANS, M.
12. 1905. «Servei del Mapa Geològic de Catalunya». Full. 35. Barcelona, escala a 1:100.000. 1923.
 13. 1909. «Graptolitos citados en Cataluña». *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tom. VI. pp. 45-65. Madrid.
 14. 1913. «Síntesis estratigráfica de los terrenos primarios de Cataluña». *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tom. IX. pp. 5-202. 19 figs. 9 láms.
- FONT y SAGUÉ, N.
15. 1926. «Curs de Geologia dinàmica i estratigráfica aplicada a Catalunya». Barcelona. (2.^a edición).
- GREISLING, L. y PUSCHMANN, H.
16. 1965. «Die Wende Silurium-Devon aus St. Creu d'Olorde bei Barcelona (Katalonien)». *Senk. Leth.* 46. pp. 453-457. Frankfurt am Main.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.
17. 1942. «El sistema Siluriano». *Mem. Inst. Geol. y Min. de Esp. Explic.* Map. Geol. Esp. 1:1000.000. Tom. II. 2 vols. 848 pp. 38 figs. 50 láms. 2 mapas. Madrid.
- JULIVERT, M.
18. 1955. «Geología de la Sierra de Miramar». *Mem. y Com. Inst. Geol. Dip. Barcelona.* XIII. pp. 79-121. 14 figs. 2 láms. Barcelona.
- LLOPIS LLADÓ, N.
19. 1965. «Sur la Paléogéographie du N. de l'Espagne pendant le Dévonien». *C. R. som. Soc. Géol. Franc.*

MARCET RIBA, J.

20. 1933. «Les formacions paleozoiques dels encontorns de Papiol». *Mem. Ac. C. A. Barcelona*. 3.^a época. Vol. XXIII. n.º 8. 16 pp. 3 figs. Barcelona.
21. 1960. «Las formaciones paleozoicas de los alrededores de Santa Creu d'Olorde». *Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de Esp.* n.º 57. pp. 135-163. 1 cuadro. Madrid.
22. «Memoria explicativa de la Hoja n.º 420, San Baudilio de Llobregat». *Mapa Geol. de España*. 1:50.000. 1930.
23. «Memoria explicativa de la Hoja n.º 421, Barcelona». *Map. Geol. de España*. 1:50.000. 1928.

SCHRIEL, W.

24. 1929. «Der Geologische Bau des Katalonischen Küstengebirge zwischen Ebro-bündung und Ampurdan». *Abh. Gess. Wiss. Göttingen, math-phys. K.* 14, (1). pp. 1-79. 29 figs. 11 láms. Berlin.

SOLÉ SABARÍS, L.

25. «Geología de los alrededores de Barcelona». *Public. Direc. Gen. Enseñanza Media*, n.º 379. 1 vol. 136 pp. 30 figs. Madrid (sin fecha).

SUÑER COMA, E.

26. 1957. «Graptolítidos del Silúrico superior de la Cordillera Costero Catalana». (Santa Creu d'Olorde, Can Farrés). *Est. Geol.* n.º 33. Madrid.
27. 1959. «Barcinia, nuevo género del Devónico medio catalán». *Est. Geol.* XV. n.º 42. pp. 361-370. 6 figs. 1 lám. Madrid.

VILASECA, S.

28. 1920. «Les pissarres ampelítiques de Santa Creu d'Olorde». *But. I.C. Hist. Nat.* 3.^a época. Barcelona.

VIA BOADA, L.

29. 1964. «Contribución a la Geología del Turó de Montcada». *Brev. Geol. Ast.* VIII, n.º 1-4. pp. 53-90. 8 láms. Oviedo.