

BIOSTRATIGRAFIA DEL DEVONICO DE LA REGION DE ALMADEN (CIUDAD REAL, ESPAÑA)

MIGUEL V. PARDO Y JENARO L. GARCIA-ALCALDE

TRABAJOS DE GEOLOGIA Pardo, M. V. y García-Alcalde, J. L. (1984).—Biostratigrafía del Devónico de la región de Almadén (Ciudad Real, España). *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 14, 79-120.



Se estudia la estratigrafía de las series devónicas de los Sinclinales de Almadén, Garlitos y Guadalmez (provincia de Ciudad Real, España). En Almadén, se definen dos grandes conjuntos litológicos: un «Grupo Inferior Detrítico» y un «Grupo Superior Volcánico», y a lo largo de toda la región se describen y correlacionan diversas unidades litoestratigráficas menores.

Se aporta una extensa documentación paleontológica (y un mapa de yacimientos con muchas nuevas localidades): en el Devónico, sólo las Series inferior y superior han sido evidenciadas paleontológicamente; el Devónico Inferior presenta discontinuidades faunísticas notables; no se han encontrado fósiles del Devónico Medio. Se sugiere que las discontinuidades paleontológicas reflejan hiatos sedimentarios; en un corte cerca de Almadén, capas con faunas del Emsiense Superior son seguidas, en aparente concordancia, por otras con faunas del Frasnense Inferior, lo que tiende a confirmar la existencia de la importante laguna estratigráfica supuesta por Puschmann (1967 b). En Guadalmez no hay datos suficientes para situar con seguridad la laguna. La sucesión paleozoica en Almadén y Garlitos, no sobrepasa el Frasnense Superior; en Guadalmez, en cambio, comprende términos aún más jóvenes del Famenense, Turnesiense y, quizá, del Viseense.

Se establece, por primera vez de manera formal, una Biozonación en el Frasnense del área estudiada, de carácter pluritaxónico, con cinco zonas, cuya naturaleza, antecedentes, condiciones y ámbito de distribución son discutidas: A) Cenozona de Bivalvos; B) Teilzona de *Cyphoterorhynchus*; C) Acrozona de Concurrencia de *Douvillinoïdes* (?) *alvarezii* y *Eoschuchertella jordani*; D) Teilzona de *Apousiella almadenensis*; y E) Teilzona de *Pradochonetes muelleri*.

Se ilustran las posibilidades del método biostratigráfico en la resolución de problemas mineros en zonas de condiciones geológicas complicadas y malos afloramientos, exponiendo la investigación realizada en una antigua mina de plomo-cinza, con vistas a su reexplotación.

Se describen, discuten y figuran siete especies de interés relevante en la región estudiada: *Douvillinoïdes* (?) *alvarezii* n. sp., *Douvillina delta* n. sp., *D. radiata* n. sp., *Pradochonetes muelleri* n. gen. n. sp., *Cyphoterorhynchus marianus* (Verneuil y Barrande), *C. domenechae* n. sp., y *Apousiella almadenensis* n. sp.

The stratigraphy of the Devonian of the Almaden, Garlitos, and Guadalmez Synclines (Ciudad Real, Spain) is studied. In Almaden two relevant informal lithostratigraphical units are defined: the «Detritic Lower Group», and the «Volcanic Upper Group». Other minor lithostratigraphical units are described and correlated along the worked region.

An extensive paleontological information is given (including a map with many new fossiliferous localities). The presence of Lower and Upper Devonian Series is paleontologically evidenced, the former with remarkable faunal discontinuities; fossils of Middle Devonian are lacking; the paleontological gaps could reflect sedimentary hiatuses; near Almaden, beds with Lower Frasnian fossils overlying, seemingly in concordance, other with Upper Emsian faunas are found; this fact support Puschmann's (1967 b) view on the presence of an important Mesodevonian stratigraphical gap in the region; there are not enough data as yet to estimate accurately the gap in Guadalmez. The paleozoic succession does not exceed the Upper Frasnian in Almaden and Garlitos, but in Guadalmez Famenian, Tournaisian, and perhaps Visean beds are also present.

A pluritaxonic biozonation is established, described, and discussed, for the first time in formal way, in the Frasnian of the studied area. It comprises 5 zones: A) Assemblage-zone of Bivalves; B) Local-range-zone of *Cyphoterorhynchus*; C) Concurrent-range-zone of

Douvillinoidea (?) *alvarezii* and *Eoschuchertella jordani*; D) Local-range-zone of *Apousiella almadenensis*; E) Local-range-zone of *Pradochonetes muelleri*.

A geological inquiry on the possibilities for reworking an old Pb-Zn mine, emphasizes the usefulness of the biostratigraphical method when the geological conditions and outcrops are bad.

Seven interesting regional species are described, discussed and figured: *Douvillinoidea* (?) *alvarezii* n. sp., *Douvillina delta* n. sp., *D. radiata* n. sp., *Pradochonetes muelleri* n. gen. n. sp., *Cyphoterorhynchus marianus* (Verneuil y Barrande), *C. domenechae* n. sp., and *Apousiella almadenensis* n. sp.

Miguel Vicente Pardo y Jenaro Luis García-Alcalde, Departamento de Paleontología, Universidad de Oviedo. Manuscrito recibido el 30 de abril de 1984.

La región estudiada se sitúa en el extremo suroccidental de la provincia de Ciudad Real (España), en las estribaciones septentrionales de la Sierra Morena, dentro del Dominio geológico denominado por Lotze (1945) «Zona Lusoriental-Alcudiana» (Fig. 1).

Esta región se caracteriza estructuralmente por la presencia de pliegues cilíndricos alargados en dirección ONO-ESE, los sinclinales

ocupados por materiales del Paleozoico Medio y Superior y los anticlinales alcanzando capas del Cámbrico Inferior y del Precámbrico. El ámbito del presente trabajo comprende, justamente, los afloramientos devónicos existentes en los Sinclinales de Almadén, Garlitos y Guadalmez, en un área en torno al pueblo de Almadén de unos 600 Km² (Fig. 1).

El conocimiento paleontológico detallado de la región se inició con el estudio realizado por E. de Verneuil y J. Barrande (1855), que acompaña al Informe geológico de la misma fecha debido a Casiano de Prado.

Müller, en 1929, publicó una nota sobre las faunas del Frasniense de Almadén, a partir de muestras recogidas por F. Dreverman en 1908, incluyendo un ensayo de biozonación y una comparación con las faunas de la misma edad de otras partes de Europa.

Nuevos datos sobre la estratigrafía, paleontología, tectónica y diversos aspectos mineros, fueron aportados por Groth (1911, 1914), Ciry (1936), Paeckelmann (1942), Comte (1959), Almela *et al.* (1962), Puschmann (1967 a y b; 1970 a y b), Llopis *et al.* (1967), Saupé (1973), Lauret (1974), Ríos *et al.* (1975, inédito), Lozac'h y Vidal (1976), Blachère (1977), Coullaut *et al.* (1978), Vergés (1980, inédito), Julivert *et al.* (1983) y Soldevilla (1983). Puschmann (1967 a y b), señaló la existencia de una laguna estratigráfica, comprendiendo en la región de Almadén todo el Devónico Medio, la cual había sido ya sugerida por Groth (1911) en Guadalmez basándose en supuestos erróneos (cf. Groth 1914). Vergés (1980), realizó un estudio general sobre el Devónico del Sinclinal de Almadén, incorporando numerosos datos paleontológicos debidos a J. L. García-Alcalde, M. A. Arbizu, S. García-López y M. Truyols, del Departamento de

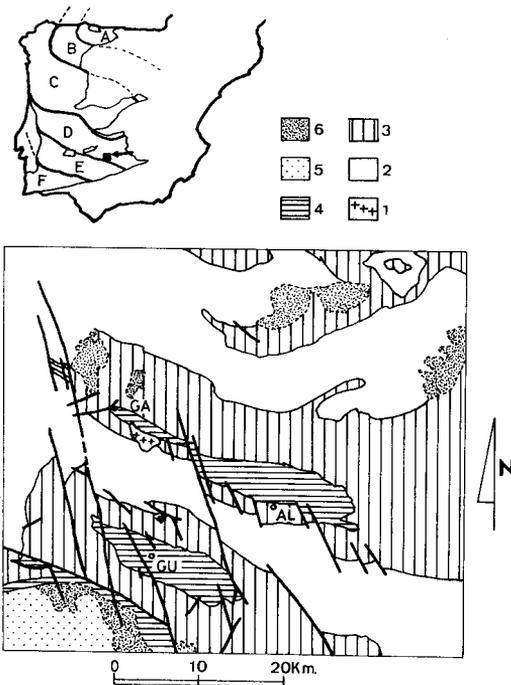


Fig. 1.—Situación geográfica y geológica de la región de Almadén. A-F: Zonas de Lotze (1945). A) Cantábrica; B) Asturoccidental-leonesa; C) Galaico-castellana; D) Lusoriental-alcudiana; E) Ossa-Morena; F) Surportuguesa. 1-6: Leyenda estratigráfica. 1) Granodiorita de Garlitos; 2) Precámbrico; 3) Paleozoico predevónico; 4) Devónico; 5) Carbonífero; 6) Postcarbonífero.

Paleontología de Oviedo, parte de los cuales fueron reproducidos en Julivert *et al.* (1983).

Los trabajos más recientes se deben a los presentes autores (Pardo y García-Alcalde 1984), que describieron a grandes rasgos la estratigrafía del Devónico de la región de Almadén y su contenido fosilífero, proponiendo una biozonación politaxónica informal para el Frasnense; y a García-Alcalde *et al.* (1984), que analizaron la biostratigrafía del tránsito Devónico-Carbonífero en Guadalmez y otras partes de la región mariánica.

El presente ensayo, constituye una ampliación de los dos citados en último lugar, especialmente del primero de ellos, que incorpora un ejemplo de tratamiento de problemas mineros mediante técnicas biostratigráficas y un capítulo paleontológico dedicado a la descripción de formas nuevas o interesantes dentro del modelo biozonal propuesto para el Frasnense.

ESTRATIGRAFIA

SINCLINAL DE ALMADÉN

La estratigrafía del Devónico en el Sinclinal de Almadén se caracteriza por la dificultad de establecer unidades litostratigráficas de tamaño Formación, extensibles a todo su ámbito, debido a la existencia de rápidos cambios laterales de facies, a la compartimentación y a las frecuentes intercalaciones volcánicas. Los aportes volcánicos variaron en importancia y situación a lo largo del Período; cerca de los focos emisores las series, esencialmente detríticas, están sustituidas por lavas, tobos y brechas volcánicas, mientras que más lejos la sedimentación detrítica está poco alterada. Otras diferencias se deben al desarrollo de «zonas de sombra» cerca de los conos volcánicos, con sedimentación predominantemente arcillosa (Vergés 1980), p. 18) frente a la arenosa general del área. Este fenómeno es muy notable en el Sinclinal de Almadén y se refleja en los acusados contrastes entre niveles contemporáneos de ambos flancos.

Por las razones apuntadas, la serie se dividió informalmente (Pardo y García-Alcalde 1984), en dos grandes conjuntos con cierta homogeneidad litológica, asimilables a Grupos: «Grupo Inferior Detrítico» y «Grupo Superior Volcánico», cada uno de los cuales comprende unidades menores, casi siempre de escasa exten-

sión lateral, a veces comparables con Formaciones o Miembros (Fig. 3).

A) Grupo Inferior Detrítico

Constituido esencialmente por rocas detríticas: areniscas, areniscas cuarcíticas y cuarcitas, con potentes intercalaciones de materiales pelíticos. A veces, hay también calizas y calizas arenosas, formando lentejones de escasa entidad, y materiales volcánicos. La potencia total es de unos 530 m (Fig. 3).

La primera unidad del Grupo, es la «Cuarcita de base» (Almela *et al.* 1962), un paquete de 25-30 m de cuarcitas y de areniscas cuarcíticas, con débiles intercalaciones lutíticas y varios niveles ricos en hierro (formando, a veces, costuras de cierto espesor). Las cuarcitas son de grano medio a grueso, duras, de aspecto sacaroideo y colores blanquecinos, aunque también pueden ser rosadas o incluso violetas. Esta formación aparece sobre un conjunto de lutitas y areniscas, frecuentemente de colores violáceos intensos, de unos 200 m de espesor, sin fósiles, aunque por su posición estratigráfica corresponderían al Silúrico Superior y al Devónico Inferior y constituye un excelente nivel guía en toda la región por su gran continuidad lateral.

En la parte superior de la «Cuarcita de base», Prado (1855) y Saupé (1973) citaron faunas devónicas al norte de Almadén (Ermita del Cristo), Lauret (1974), junto al puente del Valdeazogues, al sur de Almadén y Vergés (1980), en los puntos V-347 y V-570 (Fig. 2), en el flanco septentrional del Sinclinal. El material fósil del último autor citado fue clasificado por uno de nosotros y datado como del Siegeniense Superior-Emsiense Inferior, merced a la presencia de *Brachyspirifer* gr. *crassicosta* (Scupin), *Plebejochonetes* sp., *Meganteris* sp., *Mutationella* sp., *Globithyris* (?) sp. y otros braquiópodos y bivalvos. En las proximidades del yacimiento V-570, localizamos recientemente varios bloques sueltos pertenecientes, quizá, al techo de la formación, con *Brachyspirifer* cf. *crassicosta*, *B.* cf. *carinatus* (Schnur) y *Leptostrophieilla explanata* (Sowerby), del Emsiense Inferior.

En los Sinclinales de Almadén y Garlitos, no se han encontrado nunca fósiles por debajo de los niveles que acabamos de citar. Sin embargo, en el Sinclinal de Guadalmez localizamos cerca

de la base de la unidad, *Microsphaeridiorhynchus* (?) sp., indicando una posible edad Gediense. En cualquier caso, el límite Silúrico-Devónico podría situarse, como piensan Almela et al. (1962) y Coullaut et al. (1978), algo por debajo de la «Cuarcita de base», aunque se carece de datos precisos para ilustrarlo.

Las costras ferruginosas frecuentes en la «Cuarcita de base», en ocasiones de potencia apreciable (vide Km 0,800 de la carretera de Chillón a la Estación de ferrocarril de Chillón), están relacionadas seguramente con la existencia de hiatus sedimentarios de magnitud variable.

La unidad siguiente, muy heterogénea, comprende 200 a 350 m de lutitas de tonos claros y paquetes delgados de areniscas y cuarcitas, de colores rojizos o violáceos, con cierto contenido volcánico; hacia el techo, aparecen algunos lentejones calcáreos, en general de poco espesor y escasa continuidad lateral (excepcionalmente alcanzan unas decenas de metros de potencia). En este tramo son frecuentes las intercalaciones volcánicas, sobre todo en su parte superior donde llegan a tener espesores considerables (Fig. 3); los materiales, igual que los del resto del Grupo Detrítico, se disponen en secuencias lutita-cuarcita *thickening and coarsening upwards*.

Hacia la mitad inferior, aparecen faunas escasas de braquiópodos; en el yacimiento MP-2 (Fig. 2), unos 70 m sobre la «Cuarcita de base», identificamos *Arduspirifer arduennensis* cf. *antecedens* (Frank) y *Euryspirifer* gr. *pellicoi* (Verneuil y Archiac), del Emsiense Inferior.

En el flanco norte del Sinclinal, hacia la parte media de la unidad aparece una intercalación de 3 a 6 m de cuarcitas y areniscas cuarcíticas, de grano medio a grueso, tonos rosados o violáceos, muy bioturbadas y con micas, en capas de unos 40 cm, alternando con lechos muy finos de areniscas, que constituye un buen nivel de referencia por su continuidad lateral; en este paquete hemos encontrado (Yac. F-239, Fig. 2): *Brachyspirifer* sp., *Arduspirifer* sp., *Cyrtina* sp. y *Combophyllum marianum* Haime (en Verneuil y Barrande 1855), del Emsiense. Es interesante destacar que el coral *C. marianum* no había vuelto a ser citado en su región desde que fue creado.

La secuencia carbonatada de la parte superior de la unidad tiene un desarrollo especialmente notable en las Canteras del Molino de la Dehesa

(flanco sur del Sinclinal, Fig. 2), donde comprende de muro a techo:

a) 90 m de lutitas negras, calizas arenosas de color pardo, decalcificadas en superficie y lechos areniscosos y cuarcíticos de poco espesor. Las calizas encierran abundantes braquiópodos y briozoos y algunos corales: *Uncinulus* cf. *frontecostatus* Drevermann, *Euryspirifer* gr. *pellicoi*, *Brachyspirifer* cf. *crassicosta* (Scupin), *Hapsiphyllum* sp. 1 y *Pleurodictyum* cf. *problematicum* Goldfuss, del Emsiense Inferior.

b) 30 m de calizas de tonos oscuros, grises y pardos, con pasadas lutíticas de colores violáceos. En la parte inferior los braquiópodos son muy abundantes: *Arduspirifer arduennensis* cf. *antecedens*, *A. arduennensis* cf. *latestriatus* (Drevermann), *Euryspirifer* gr. *pellicoi*, *E.* aff. *paradoxus* (Schlotheim), *Eodevonaria jahnkei* Racheboeuf, *Uncinulus* cf. *frontecostatus*, *Schizophoria vulvaria* (Schlotheim), *Oligoptycherhynchus* cf. *pareti* (Verneuil), indicando una edad Emsiense Inferior terminal. Más arriba, en la mitad superior, el contenido fosilífero es más pobre; las formas más características identificadas son: *Uncinulus* gr. *suborbignyanus* Brice, *Tyersella tetragona* (Roemer), *Atrythyris* (?) *campomanesi* (Verneuil y Archiac) y *Hapsiphyllum* sp. 1, probablemente del inicio del Emsiense Superior. Estos niveles están truncados hacia el techo por la presencia de una importante intercalación volcánica.

En el flanco norte del Sinclinal, el conjunto carbonatado es siempre mucho menos importante y comprende lutitas verdosas con lechos areniscosos, lutitas verdes nodulosas y calizas arenosas, grisáceas y negras, que no llegan a superar los 5 a 6 m de potencia. Cerca del Arroyo de El Enjambreadero (Fig. 4), las calizas son explotadas en pequeñas canteras y contienen muchos fósiles; en la base (Yac. MP-26, Fig. 2) hallamos braquiópodos: *Uncinulus* cf. *frontecostatus* Drevermann, *Acrospirifer fallax* (Giebel), *Brachyspirifer* gr. *crassicosta*, *Leptostrophella explanata*, *Schizophoria* cf. *vulvaria*, *Euryspirifer paradoxus*; corales: *Hapsiphyllum* aff. *guillieri* (Barrois), *Adradusia barroisi* Birenheide y Soto; tentaculites: *Viriatella* aff. *proccera* (Maurer); y conodontos: *Caudicriodus celtibericus* (Carls y Gandl); esta importante asociación muestra caracteres mixtos Emsiense Inferior-Emsiense Superior, de manera que las capas que las contienen podrían comprender el límite entre ambos Subpisos o encontrarse muy

cerca de él. Por encima (Yac. MP-24, Fig. 2), encontramos: *Euryspirifer paradoxus* y conodontos como *Spathognathodus steinhornensis steinhornensis* Ziegler, que deben corresponder ya al inicio del Emsiense Superior.

Sobre la serie carbonatada anterior, aparecen unos 40 m de cuarcitas blancas y grises, a veces en bancos muy gruesos (de hasta 3 m de espesor), areniscas rojizas y lutitas, muy fosilíferas; este conjunto, aquí denominado «Unidad 1», es de gran constancia en el flanco norte del Sinclinal de Almadén, ha sido identificado sin dificultad en el Sinclinal de Guadalmez y se desarrolla, incluso, en la región septentrional del Sinclinal de Los Pedroches (entre las localidades de Santa Eufemia y San Benito), al SE del área estudiada. En la base, en cuarcitas de grano fino, blancas o rojizas por alteración hay lumaquelas de bivalvos con una extraordinaria cantidad de moldes de valvas disociadas, en las que los elementos más comunes son: *Lyriopecten gilsoni* (Maillieux), *Leptodesma almadenensis* Müller, *Cypricardella oblonga* Müller, *Carydium beushauseni* Müller, *Phestia* (?) *acuta* (Müller) y *Nuculites planiforma* (Müller). Müller (1929), dató esta asociación como del Frasnense y, en nuestra opinión, debe de representar la misma base de dicho Piso. Más arriba, las cuarcitas y areniscas contienen numerosos braquiópodos, también en estado de moldes en general, como: *Cyphoterorhynchus marianus* (Verneuil y Barrande), *Cyrtospirifer* cf. *brodi* (Wenjukov), *C.* cf. *verneuili* (Murchison), *Ripidiorhynchus* aff. *barroisi* (Rigaux), *R.* aff. *farsani* Brice, *Apousiella* cf. *dorlodoti* (Rigaux), y bivalvos como: *Nuculites planiforma* y *Leptodesma almadenensis*. Esta asociación se puede comparar con faunas del Boulonnais (Francia) (cf. Rigaux 1873, 1892, 1908; Brice 1982; Brice y Meats 1971; Brice et al. 1976, 1978 y 1981), Afganistán (Brice 1970, 1977) e Irán (Reed 1922; Sartenaer 1964, 1966 b), de edad Frasnense, quizá pertenecientes a la Cronozona de Conodontos *-asymmetricus* inferior.

La Unidad 1 está sustituida, localmente, por completo por rocas volcánicas (Figs. 3, 5). Esta sustitución es muy evidente en el flanco sur del Sinclinal de Almadén y en el Sinclinal de Garlitos. En Almadén, los términos equivalentes serían los llamados por Saupé (1973) «Niveau effusif» y «Tuf rouge», unos 40 a 150 m de tobas y lavas, coronadas por unos pocos metros de areniscas y lutitas muy alteradas, de colores

rojizos, conteniendo abundante material volcánico, donde suelen aparecer muchos braquiópodos; en el yacimiento MP-53 (Fig. 2), por ejemplo, identificamos: *Cyphoterorhynchus domenechae* n. sp., *Cyrtospirifer* cf. *verneuili* y *Ripidiorhynchus* aff. *barroisi*, posiblemente de comienzos del Frasnense.

Sobre la Unidad 1 (denominada en Pardo y García-Alcalde 1984: «Nivel inferior de cuarcitas frasnenses»), se extiende un conjunto de espesor variable (20 m en el flanco sur del Sinclinal de Almadén, hasta 130 m en el norte y unos 50 m en el Sinclinal de Guadalmez), de lutitas y limolitas rojizas y amarillentas e intercalaciones de areniscas y cuarcitas, a veces con alto porcentaje de clastos volcánicos (Figs. 3, 5). El material volcánico llega a formar, en ocasiones, niveles cartografiables, sobre todo en el flanco norte del Sinclinal de Almadén. Las areniscas localmente son muy fosilíferas, con asociaciones del Frasnense dominadas por los Bivalvos: *Phestia* (?) *acuta*, *Carydium beushauseni*, *Nuculites planiforma* y *Leptodesma almadenensis*; aunque hay también braquiópodos como *Cyrtospirifer* sp. y *Ripidiorhynchus* sp.

La Unidad 2 siguiente («Nivel superior de cuarcitas frasnenses»), en Pardo y García-Alcalde (1984), tiene una distribución geográfica muy amplia, habiendo sido identificada en todo el Sinclinal de Almadén y en el resto de la región estudiada e incluso en la parte septentrional del Sinclinal de Los Pedroches (Figs. 3, 5). Está constituida por 35-40 m de cuarcitas, areniscas cuarcíticas, limolitas y lutitas. Hacia la base, aparecen ricas faunas de braquiópodos en cuarcitas blancas y grises: *Douvillinoïdes* (?) *alvarezi* n. sp., *Eoschuchertella jordani* García-Alcalde, *E. devonica* (Orbigny), *Ripidiorhynchus* aff. *farsani*, *Apousiella almadenensis* n. sp., *A.* cf. *dorlodoti*, *Adolfia* (?) *acutosinu* (Bouchard) y *A.* cf. *faniensis* (Maillieux). En la parte media de la Unidad, identificamos: *Apousiella almadenensis* n. sp., *A.* cf. *dorlodoti*, *Adolfia* cf. *faniensis*, *Ripidiorhynchus* aff. *farsani*, *Eoschuchertella* cf. *jordani*, *Productella subaculeata* (Murchison), *Douvillinoïdes* (?) *alvarezi* n. sp., *Gamphalosis* cf. *arbizui* García-Alcalde, *Bradocryphaeus hispanicus* (Richter y Richter) y *Asteropyge* sp. Por último, en la parte alta de la Unidad, se encuentran: *Apousiella almadenensis* n. sp., *A.* cf. *dorlodoti* y *Douvillina delta* n. sp., y en los últimos metros, junto con las anteriores especies aparece tam-

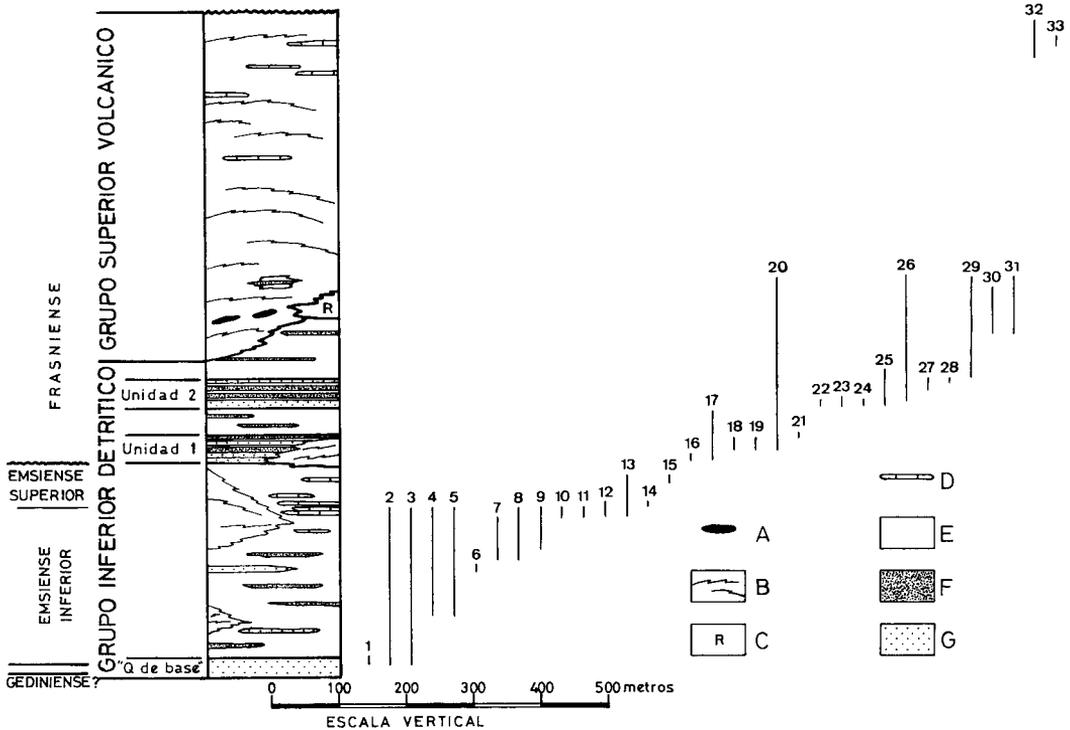


Fig. 3.—Columna estratigráfica, edad y distribución de las especies fósiles más representativas en el Devónico del Sinclinal de Almadén. 1) *Brachyspirifer* cf. *carinatus*; 2) *B.* cf. *crassicosta*; 3) *Leptostrophella explanata*; 4) *Euryspirifer* gr. *pellicoi*; 5) *Arduspirifer arduennensis* cf. *antecedens*; 6) *Combophyllum marianum*; 7) *Pleurodictyum* cf. *problematicum*; 8) *Uncinulus* cf. *frontecostatus*; 9) *Acrospirifer fallax*; 10) *Arduspirifer arduennensis* cf. *latestriatus*; 11) *Adradosia barroisi*; 12) *Caudicriodus celtibericus*; 13) *Euryspirifer paradoxus*; 14) *Uncinulus* gr. *suborbignyianus*; 15) *Spathog-nathodus steinhornensis steinhornensis*; 16) *Lyriopecten gilsoni*; 17) *Phestia* (?) *acuta*; 18) *Cyphoterorhynchus marianus*; 19) *Cyrtospirifer* cf. *brodi*; 20) *C.* cf. *verneuili*; 21) *Cyphoterorhynchus domenechae*; 22) *Eoschuchertella jordani*; 23) *Douvillinoidea* (?) *alvarezii*; 24) *Adolfia* (?) *acutosinu*; 25) *Apousiella almadenensis*; 26) *Productella subaculeata*; 27) *Douvillina delta*; 28) *D. radiata*; 29) *Ripidiorhynchus* cf. *kotalensis*; 30) *Apousiella bouchardi*; 31) *Pradochonetes muelleri*; 32) *Phillipsastrea* sp.; 33) *Ancyrognathus asymmetricus*. A) Lavas; B) Tobas, brechas y lavas; C) Materiales volcánicos removilizados; D) Calizas lentejonares; E) Lutitas y limolitas; F) Areniscas; G) Areniscas cuarcíticas y cuarcitas.

bién *Douvillina radiata* n. sp., dominando, en general, en esta parte de la sucesión las dos especies del género *Douvillina* mencionadas. La edad de la Unidad 2 es Frasniense y comprendería posiblemente términos equivalentes a las Cronozonas de Conodontos inferior y media de *-asymmetricus* (cf. Brice et al. 1976, 1978 y 1981; Vandercammen 1966; García-Alcalde 1973).

Coronando la sucesión del Grupo Inferior Detrítico en Almadén, aparece otra serie de espesor muy variable; por ejemplo, en el flanco norte apenas alcanza los 25 m, mientras en el sur puede llegar a los 140 m (Fig. 3). Está constituida por lutitas y limolitas con finas intercala-

ciones de areniscas; algunos niveles contienen material volcánico. La parte alta de este conjunto, está caracterizada por la presencia de braquiópodos: *Pradochonetes muelleri* n. gen. n. sp., *Apousiella bouchardi* (Murchison), *Cyrtospirifer* cf. *verneuili* y *Douvillina* sp., del Frasniense, quizá equivalente a la Cronozona de Conodontos *-asymmetricus* superior, de acuerdo con la presencia de *A. bouchardi*.

B) Grupo Superior Volcánico

Integrado casi exclusivamente por materiales volcánicos, con algunas rocas detríticas y carbonatadas de escasa extensión lateral. Potencia en torno a los 550 m (Fig. 3).

En el flanco sur del Sinclinal de Almadén, la base del Grupo está formada por una unidad vulcanosedimentaria, muy característica, de potencia variable (hasta 100 m), cuya fracción efusiva procedería, según Vergés (1980), del desmantelamiento de un volcán submarino por la acción de olas y/o corrientes. Existen también algunos niveles intercalados de características similares a las de los materiales del Grupo Detrítico, encerrando faunas parecidas: *Pradochetes muelleri* n. gen. n. sp., *Apousiella bouchardi*, *Cyrtospirifer* cf. *verneuili*, *Ripidiorhynchus* cf. *kotalensis* Brice, *Cariniferella dumontiana* (Verneuil), *Productella subaculeata* y *Douvillina* sp., del Frasnense. La mayor parte del conjunto comprende, sin embargo, tobas, brechas volcánicas y lavas, predominando las tobas, pertenecientes al complejo volcánico submarino desarrollado en la zona (Vergés 1980) hacia el techo local, cerca del núcleo del pliegue, suelen aparecer niveles lentejonares de calizas, de poco espesor (2-3 m), concordantes con las tobas que los engloban; se trata de pequeños parches arrecifales que se habrían situado en los flancos de los volcanes y habrían resultado enterrados por efusiones posteriores. Estos niveles contienen las faunas devónicas más jóvenes del Sinclinal, principalmente corales coloniales. En el yacimiento V-449 (Fig. 2), aparecen braquiópodos: *Schizophoria* cf. *striatula* (Schlotheim), *Athyris* gr. *communis* (Gosset), *Cyrtospirifer* sp. *Ripidiorhynchus* sp.; y conodontos: *Ancyrognathus asymmetricus* (Ulrich y Bassler) y *Bryanthodus*, de edad Frasnense superior (techo de la Cronozona de conodontos -gigas). En V-960 (Fig. 2), se localiza un biostromo calcáreo compuesto por tabulados, crinoideos, rugosos solitarios y coloniales y ostrácodos; entre los rugosos coloniales, destaca la presencia de *Phillipsastrea* sp., y entre los ostrácodos la de *Polyzygia* cf. *neodevonica* (Matern), *Amphissites* sp. y *Hollinella* (?) sp. En el yacimiento V-43 (Fig. 2), hay abundantes braquiópodos: *Apousiella bouchardi*, *Productella* sp., *Cyrtospirifer* sp., *Cyrtina* sp. y otros, del Frasnense superior. Por último, en un parque de áridos procedente presumiblemente del mismo nivel anterior, que se encontraba en el kilómetro 2,900 de la carretera Almadén-San Martín de Valdeiglesias, hallamos: *Hexagonaria* cf. *hexagona* (Goldfuss), *Amplexocarinia* sp., *Disphyllum* sp. y *Bradocryphaeus* sp.

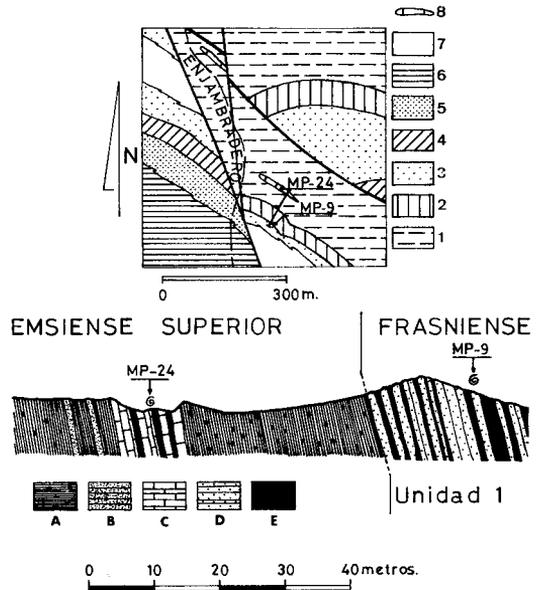


Fig. 4.—Geología de los alrededores del arroyo de El Enjabradero y corte de la secuencia Devónico Inferior-Devónico Superior. 1) Devónico Inferior (Lutitas y areniscas); 2) Unidad 1; 3) Lutitas, areniscas y material volcánico; 4) Unidad 2; 5) Lutitas y limolitas blancas; 6) Tobas, brechas y lavas del Grupo Superior Volcánico; 7) Intercalaciones volcánicas; 8) Calizas del Devónico Inferior lentejonares. A) Lutitas con nódulos; B) Areniscas; C) Calizas; D) Cuarzitas y areniscas cuarzíticas; E) Lutitas.

La ausencia de faunas del Famenense en el Sinclinal de Almadén, puede estar relacionada con el nivel de erosión ya que en la vecina estructura sinclinal de Guadalmez la sucesión alcanza incluso el Carbonífero Inferior.

Las faunas del Devónico superior de la región de Almadén, especialmente las de braquiópodos, pueden ser comparadas con las del Boulonnais (Francia) (Formaciones Beaulieu y Ferques), región asturleonense (NO de España) (Formaciones Candás y Nocedo) y Afganistán e Irán descritas por Brice (1970, 1977), Sartenaer (1964, 1966 b) y otros autores. Las correlaciones posibles muestran que la sucesión del Sinclinal de Almadén debe comprender, prácticamente, todo el Frasnense.

SINCLINAL DE GARLITOS

El Sinclinal de Garlitos está situado al NO del de Almadén (Fig. 1) y parece representar la terminación periclinal occidental de éste.

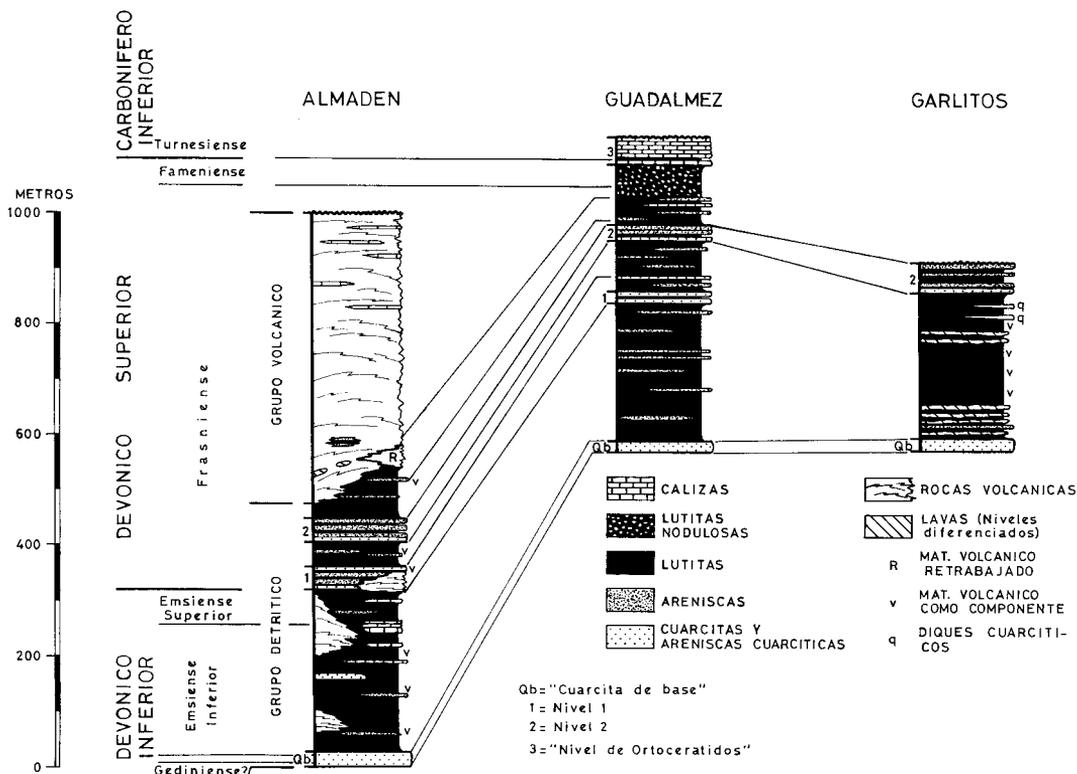


Fig. 5.-Edad y correlación de las series estudiadas.

En trabajos anteriores (Almela *et al.* 1962; Lozac'h y Vidal 1976), se aportaban referencias más o menos amplias de la estratigrafía y fósiles de Garlitos y se suponía que, debido al nivel de erosión, los materiales paleozoicos más modernos serían del Devónico Inferior. En el curso de la realización de este trabajo, no obstante, encontramos cerca del río Esteras, una sucesión continua de cuarcitas y areniscas rojas y delgados lechos lutíticos con faunas claramente frasnienenses.

El corte aludido se localiza cerca de la orilla oriental del río Esteras, próximo a la confluencia con el Arroyo del Mímbr. A grandes rasgos, pueden reconocerse allí los principales conjuntos litostratigráficos definidos por Lozac'h y Vidal (1976), en un área situada a unos kilómetros al oeste de la nuestra, aunque no los mismos niveles debido tal vez a la existencia de cambios laterales de facies (Fig. 5):

a) La «Cuarcita de base», con una potencia de 18-20 m, sucede a las alternancias malva de lutitas y areniscas del Silúrico Superior-Devóni-

co Inferior, bastante recubiertas en esta localidad. Cantos procedentes de la erosión de la cuarcita, hallados cerca del arroyo del Mímbr (muestra F-228), contenían *Brachyspirifer* cf. *crassicosta*, *Globithyris* (?) sp. y *Pleurodictyum* sp., de edad probablemente Siegeniense o Emsiense Inferior.

b) 270 m de lutitas con mucho material volcánico y algunos tramos de lavas y piroclastos, correspondiendo a la «Serie vulcanosedimentaria de Garlitos», de Lozac'h y Vidal (1976), de edad desconocida.

c) Un espesor indeterminado de areniscas y lutitas, cuyo techo local tiene lumaquelas de braquiópodos con: *Apousiella almadenensis* n. sp., *Productella subaculeata*, *Cyrtospirifer* cf. *verneuli*, *Ripidiorhynchus* sp. y *Douvillina* sp., del Frasnienense. Este conjunto corresponde a las «Areniscas y Cuarcitas de Bajohondillo», de Lozac'h y Vidal (1976), que dichos autores interpretaban como del Devónico Inferior, y se correlaciona con la Unidad 2 del Sinclinal de Almadén (Fig. 5).

SINCLINAL DE GUADALMEZ

El Sinclinal de Guadalmez se encuentra situado al SO del de Almadén (Fig. 1), y en su núcleo afloran capas del Devónico Inferior y del Devónico Superior, estas últimas sucedidas concordantemente por términos del Carbonífero Inferior (García-Alcalde *et alt.* 1984) (Fig. 5). En este área, el Devónico apenas está afectado por el vulcanismo.

Almela *et alt.* (1962), describieron la serie devónica de Guadalmez como integrada por tres tramos cuarcíticos, separados por alternancia de lutitas y de areniscas, y correlacionaron, con ciertas dudas, el tramo inferior con la «Cuarcita de base» del Sinclinal de Almadén. Esta práctica fue seguida por autores posteriores, como Ríos *et alt.* (1975) y Lozac'h y Vidal (1976). El tramo cuarcítico inferior, sin embargo, se encuentra situado bajo capas pertenecientes, más bien, a las alternancias malva de lutitas y areniscas del Silúrico Superior-Devónico Inferior; por otra parte, el tramo intermedio se parece mucho a la «Cuarcita de base» y encierra faunas del Devónico Inferior (? Gediense al Siegeniense o Emsiense Inferior). En estas condiciones, la «Cuarcita de base» estaría representada en Guadalmez por el referido tramo intermedio, mientras que el inferior sería comparable posiblemente a la unidad conocida en el Sinclinal de Almadén como «Cuarcita de Las Cuevas» (Soler *et alt.* 1979, inédito, citados en Vázquez *et alt.* 1980), del Silúrico Superior.

La genuina «Cuarcita de base», está constituida en Guadalmez, por 16-20 m de cuarcitas en bancos de hasta 2 m de potencia, de colores rosados, blancos o violáceos, de grano grueso, en ocasiones micáceas, presentando laminaciones cruzadas de bajo ángulo y estructuras correspondientes a canales, rellenas de arenisca, y cantos blandos; localmente, presenta acumulaciones de óxidos de hierro en costras y también finas pasadas lutíticas y areniscosas. En la misma base de la Unidad, en el cerro Abulagar (N. de Guadalmez), encontramos una fánula mal conservada de artejos de crinoideos y de braquiópodos rinconélidos, identificados con dudas como del género *Microsphaeridiorhynchus*. Dado que las especies conocidas de éste taxon son del Gediense, adoptamos con las naturales reservas dicha edad como referencia provisional para el muro de la «Cuarcita de base» en éste área. Por su parte, Lozac'h y

Vidal (1976) citaron en la mitad superior de la Unidad *Plebejochonetes* (?) sp. y *Retzia adrieni* ?, del Siegeniense o del Emsiense Inferior.

Por encima de la «Cuarcita de base», existen 250 m de lutitas, areniscas y cuarcitas, de colores grises, pardos y blanquecinos, con varios niveles de costras ferruginosas, coronados por una barra cuarcítica muy potente (9 m) presentando una intensa bioturbación. La edad del conjunto podría ser Emsiense de acuerdo con su posición estratigráfica, pero carecemos de datos paleontológicos para asegurarlo.

Más arriba se sitúan términos correlacionables con la Unidad 1 del Sinclinal de Almadén (Fig. 5), unos 27 a 28 m de areniscas ferruginosas bioturbadas y espesas costras de hierro (7 m), seguidas por cuarcitas (5-6 m) conteniendo, localmente, una abundante fauna de bivalvos frasnenses, similar a la existente en la base de la misma unidad en Almadén y, al techo del conjunto, cuarcitas y areniscas cuarcíticas en paquetes gruesos, separados por delgados bancos lutíticos, de colores blancoamarillentos (15 m), con braquiópodos frasnenses similares a los de las partes media y alta de la Unidad en Almadén, frecuentemente lumaquelas de *Cyp-hoterorhynchus marianus*. Los importantes niveles ferruginosos de la base de esta sucesión, podrían denunciar la existencia de un hiato importante en la sedimentación, quizá la laguna intradevónica señalada por Puschmann (1967 a), comprendiendo capas del Siegeniense al Frasnense. Groth (1911), indicó también la ausencia de Devónico Medio en Guadalmez; sin embargo, los datos del autor francés reposaban, al parecer, sobre identificaciones paleontológicas erróneas (cf. Müller 1929, p. 249; Almela *et alt.* 1962, p. 71).

A continuación viene una serie de unos 90 m de espesor, muy recubierta en todo el ámbito del Sinclinal, cuya base está constituida por lutitas alternando con finos lechos cuarcíticos; estos, contienen al principio *C. marianus* y, más tarde, *C. domenechae* en abundancia, y por encima bivalvos: *Phestia* (?) *acuta* y *Carydium beushauseni*. Al techo existen lutitas con finas pasadas de areniscas y cuarcitas.

La sucesión siguiente: 30 m de lutitas grises y amarillentas alternando con areniscas de tonos rojizos, se correlaciona con la Unidad 2 del Sinclinal de Almadén (Fig. 5) y contiene una fauna similar, caracterizada por la frecuencia y abundancia de *Apousiella almadenensis* n. sp.

Por encima de la Unidad 2, la sucesión suele aflorar mal. En el flanco norte del Sinclinal, a lo largo del arroyo del Cerro Marcelo, la serie comprende 50 m de lutitas grises muy finas, con débiles intercalaciones de limolitas y de areniscas, salvo en el techo donde las areniscas pueden alcanzar hasta 1 m de espesor. En la base (Yac. F-235, Fig. 2), hay abundantes braquiópodos: *Pradochonetes muelleri* n. gen. n. sp., *Ripidiorhynchus* cf. *kotalensis*, *R.* aff. *ferquensis*, *Cyrtospirifer* cf. *verneuili*, *C.* cf. *schelonius* Nalivkin, *Productella subaculeata* y *Apousiella bouchardi*; y también en la parte superior: *Apousiella bouchardi* y *Ripidiorhynchus* aff. *ferquensis*, del Frasnense Superior. Faunas comparables fueron identificadas en afloramientos aislados del flanco sur (Yac. G-14, Fig. 2).

La serie continúa con 60-70 m de lutitas muy finas, de colores gris-verdoso, azul y violeta, con intercalaciones areniscosas en la base. En el flanco sur del Sinclinal, que es donde mejor afloran (Yac. F-214, Fig. 2) (cf. García-Alcalde *et alt.* 1984), están muy alteradas y replegadas y contienen nódulos fosilíferos de hasta 10 cm de diámetro, encerrando una característica fauna de cefalópodos: *Aulaternoceras auris* (Quensstedt), *A.* sp., *Cheiloceras* sp., *Lobobacrites* sp. y *Bacrites* sp.; bivalvos: *Posidonia obrotundata* (Sandberger y Sandberger), *P.* cf. *venusta* (Münster), *Buchiola prumiensis* (Steininger), *B.* cf. *costulata* Babin, *B.* sp., *Opisthocoeilus* (?) cf. *concentricus* Beushausen, *Crassatellopsis* sp. y *Leptodesma* sp.; y braquiópodos: *Ptychomaletoechia* sp., y fragmentos de vegetales terrestres, abundantes en algunos tramos. Los fósiles presentes acreditan una edad para el conjunto del Frasnense terminal al Famenense Inferior. Por la litología y contenido paleontológico, la Unidad puede compararse muy bien con la Fm. Fueyo de la Cordillera Cantábrica (NO de España) (cf. Rodríguez-Fernández *et alt.* 1983) y con la parte inferior de las «Pizarras de Porsguen» (Bretaña Occidental, Francia) (cf. Babin *et alt.* 1976) y de las «Capas de Nehden» (Eifel, Alemania) (cf. Clausen 1968; Sandberger y Sandberger 1850, «Pizarras de Cypridinas»). Esta serie y las siguientes del Sinclinal de Guadalmez, carecen de equivalentes en el resto de la región de Almadén (Fig. 5).

Sobre las pizarras con nódulos, hay unos 50 m de calizas nodulosas y lentejones calcáreos más o menos extensos, alternando con lutitas grises (Fig. 5), que encierran una abundante

fauna en su tercio inferior de ammonoideos, bacritoideos, conodontos, ostrácodos y bivalvos. La base del conjunto, muy replegada y fracturada, aflora en la cantera situada cerca del puente de entrada al pueblo de Guadalmez y a lo largo de la ribera meridional del río Guadalmez (cf. García-Alcalde *et alt.* 1984, Fig. 1); en ella (Yac. G-18, Fig. 2), aparecen numerosos ejemplares de *Cheiloceras*, junto con otros cefalópodos como *Lobobacrites*, *Bacrites* y Tornoceratidae oxicónicos, y conodontos: *Ancyrognathus sinelaminus* (Branson y Mehl), *Palmatolepis tenuipunctata* Sannemann, *P. perlolata schindewolfi* Müller y *Polylophodonta* sp., del Famenense Inferior (do II α).

El mejor corte, sin embargo, se localiza en el escarpe septentrional del río Guadalmez, unos 3 Km al ESE del pueblo de Guadalmez (García-Alcalde *et alt.* 1984, Fig. 1), donde puede observarse la serie completa, mucho menos afectada por la tectónica. Allí, los primeros 16 m parecen representar una serie muy condensada del Famenense, con fósiles de la Biozona de *Cheiloceras* (do II) (Biozona de conodontos *Palmatolepis triangularis* superior) a la de *Wocklumeria* (do IV) (Biozona de conodontos *-costatus* media). Entre los primeros pueden citarse: *Cheiloceras* (*Cheiloceras*) *amblylobum* (Sandberger y Sandberger), *Ch.* sp., Tornoceratidae oxicónicos, *Lobobacrites*, *Bacrites*, *Icriodus alternatus* Branson y Mehl, *I. cornutus* Sannemann, *Polygnathus brevilaminus* Branson y Mehl, *P.* gr. *nodocostatus* Helms, *Palmatolepis glabra prima* Ziegler y Huddle, *Ancyrognathus sinelaminus* y *Nothognathella* sp., ostrácodos entomozoidos y bivalvos; y entre los últimos: *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson y Mehl, *P. gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Polygnathus communis communis* Hass, *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson y Mehl), *B. aculeatus anteposicornis* (Scott), *B. aculeatus plumulus* (Rhodes, Austin y Druce), *B. stabilis* (Branson y Mehl) morfotipos 1 y 2, *B. costatus* (Branson) morfotipo 1, *B.* cf. *jugosus* (Branson y Mehl), *B. ziegleri* (Rhodes, Austin y Druce), *B. bispathodus* Ziegler, Sandberg y Austin y *B. ultimus* (Bischoff).

Sobre las calizas anteriores, hay 2 m de lutitas grises, muy alteradas e inmediatamente un paquete de 1 m de calizas nodulosas marrones (Yac. G-3, Fig. 2), donde aparecen numerosos conodontos de las especies *Gnathodus pseudo-semiglaber* Thompson y Fellows y *G. typicus*

Cooper, del Turnesiense Superior (Biozona *-anchoralis*).

La sucesión carbonatada se completa con 17-18 m de lutitas grises y marrones, calizas tableadas de grano muy fino y color gris o verdoso, con tonos rojos de oxidación, y algunos bancos delgados de areniscas; y 12 m de calizas gris oscuro, grano muy fino, algo fétidas, de fractura concoidea y estructura lentejonar con rápidos cambios laterales de espesor, en las que, hasta ahora, no hemos encontrado fósiles.

Este conjunto carbonatado fue erróneamente considerado por varios autores (Almela *et alt.* 1962; Saupé 1973; Ríos *et alt.* 1975; Lozac'h y Vidal 1976) como perteneciente exclusivamente al Carbonífero. Ríos *et alt.* (1975, pp. 20-21), lo denominaron «Nivel de Ortocerátidos» y, a causa de una incorrecta correlación de las capas de los flancos norte y sur del Sinclinal, lo situaron por debajo de las lutitas con nódulos aunque, paradójicamente, advirtieron que en el techo de esta última unidad había calizas gris oscuro, las cuales no son otra cosa que la propia base del «Nivel de Ortocerátidos». Por su parte, Lozac'h y Vidal (1976), marraron también la correlación y establecieron un orden estratigráfico aún más anárquico, en el que el «Nivel de Ortocerátidos» figura en la base y en el techo de la secuencia supuestamente carbonífera de Guadalmez.

Coronando la sucesión en el núcleo del Sinclinal, hay alrededor de 100 m de lutitas verdes y grises, con bancos delgados de areniscas y niveles lentejonares de calizas arenosas y areniscas (García-Alcalde *et alt.* 1984). Hacia la base del tramo aparecieron trilobites: *Cyrtosymbole* (*Waribole*) sp., bivalvos, ostrácodos, nautiloideos, hiolítidos, braquiópodos productidos y escasos crinoideos, todos bastante mal conservados lo que impide una determinación precisa. Hacia el techo, predominan los vegetales terrestres, bastante fragmentados, probablemente arrastrados a su lugar de yacimiento por fuertes corrientes, y las bases de los bancos areniscosos presentan una intensa bioturbación (*Planolites* y otros icnos).

La flora de este tramo, fue datada por Almela *et alt.* (1962) como Westfaliense. Lozac'h y Vidal (1976), citaron allí *Cordaites*, *Paracalamites* y *Archaeocalamites* sp. del Carbonífero más bajo. Por nuestra parte, encontramos también *Archaeocalamites*, elementos pinulares comparables a *Triphyllopteris* y formas próximas a

Rhacopteris, *Anisopteris* y *Rhodeopteridium*. Esta flora recuerda a la del corte de Valdeinfierno descrita por Wagner (1976), del Turnesiense Superior-Viseense Medio. En cualquier caso, Lozac'h y Vidal (1976), situaron incorrectamente el tramo por debajo de la sucesión carbonatada fameniense.

Saupé (1973, p. 71), comparó la sucesión que acabamos de describir en la ribera norte del río Guadalmez, con la Fm. Campana (Poupon y Tamain 1969) de Sierra Morena oriental, afirmando que en ella se pasa gradualmente del Devónico al Turnesiense; sin embargo, el mismo autor en la cartografía que aporta (pl. VI), no representó el Carbonífero en dicha localidad.

Como puede advertirse, en el Sinclinal de Guadalmez, hay una secuencia casi continua de términos del Frasnense al Viseense. La ausencia aparente de capas asignables al Turnesiense Inferior y Medio, parece debida a la extrema condensación de la serie, aunque hace falta más trabajo antes de llegar a conclusiones definitivas.

DISCONTINUIDADES FAUNÍSTICAS: INTERPRETACIÓN

A lo largo de las descripciones precedentes, se ha puesto de manifiesto la inexistencia de datos paleontológicos en ciertas partes de la sucesión estudiada. Por ejemplo, la «Cuarcita de base» proporcionó sólo en una localidad fósiles probablemente gedinienses en su muro, mientras que en el resto de la región (y fuera de ella, cf. Puschmann 1970 a) únicamente encerraba fósiles claros del Siegeniense Superior o del Emsiense Inferior. Asumiendo que la datación de la base de la Unidad como Gedinense sea correcta, el considerable margen de edad entre niveles próximos en la escala vertical, puede deberse a la existencia de numerosos pequeños hiatos sedimentarios, evidenciados quizá por los frecuentes niveles de costras ferruginosas coronando ciclos negativos. En cualquier caso, las últimas faunas registradas en la sucesión infrayacente, son claramente Silúricas (graptoloideos del Wenlockiense Superior o, quizá, del Ludloviense Inferior), lo que representa un vacío de información grande. Es posible que esta situación se deba a la ausencia de facies propicias para el desarrollo de la macrofauna; el estudio de palinomorfos podría, posi-

blemente, zanjear esta cuestión permitiendo acotar entre límites más estrictos la frontera entre el Silúrico y el Devónico.

La secuencia del Devónico Inferior, por encima de la «Cuarcita de base», presenta igualmente numerosos niveles de costras ferruginosas que podrían representar otros tantos hiatos, cuya importancia no puede ser evaluada debido a la escasez de fósiles.

En el curso del presente trabajo, se evidenció de manera constante la ausencia de faunas fósiles correspondientes al intervalo comprendido entre el Emsiense Superior y el Frasnense, en el Sinclinal de Almadén. Concretamente, en el arroyo de El Enjambradero, al norte del kilómetro 3,5 de la carretera Almadén-Saceruela (Fig. 4), existe un interesantísimo corte donde puede observarse con bastante detalle el tránsito Devónico Inferior-Devónico Superior. La base local del corte, comprende calizas y lutitas con *Euryspirifer paradoxus* y *Spathognathodus steinhornensis steinhornensis*, del Emsiense Superior (Yac. MP-24, Fig. 2), seguidas por 25 a 30 m de lutitas similares a las anteriores y de limolitas, con nódulos ferruginosos dispersos y escasas y mal conservadas formas de braquiópodos inarticulados y crinoideos, que pasan en aparente concordancia a areniscas cuarcíticas y cuarcitas (Yac. MP-9, Fig. 2), con *Cyphoterorhynchus marianus*, *Ripidiorhynchus* sp. y *Cyrtospirifer* sp., del Frasnense inferior. En el límite entre las lutitas verdes y las cuarcitas, no existe señal alguna de tectonización; si a esto unimos la generalidad de la discontinuidad faunística a este nivel en toda la región y fuera de ella, cabe concluir que la misma ha de deberse a una laguna estratigráfica, de extensión Emsiense Superior (en parte) – Frasnense Inferior (en parte), lo que confirma la opinión de Puschmann (1967 b) y García-Alcalde (en Vergés 1980). Las observaciones en contrario de Almela *et al.* (1962), Coullaut *et al.* (1978) y autores más antiguos se deben, sin duda, a identificaciones paleontológicas erróneas.

El estudio detallado de la laguna estratigráfica en el resto de la región de Almadén no es fácil. En el Sinclinal de Garlitos está enmascarada por episodios volcánicos, mientras que en el Sinclinal de Guadalmez, donde las condiciones de observación son favorables, los datos paleontológicos escasean en torno a la posible frontera Devónico Inferior-Devónico Superior, que podría encontrarse inmediatamente por de-

bajo de la Unidad 1, al techo de un nivel cuarcítico fuertemente bioturbado, coronado por una potente serie de costras ferruginosas (Fig. 5).

En cuanto al origen de la laguna, Puschmann (1967 b), discutió varias alternativas concluyendo que la más probable sería una interrupción en la llegada de sedimentos a la cuenca y sugirió varias causas que podrían haber provocado dicho fenómeno, mostrando ejemplos actuales de las mismas.

BIOZONACIÓN DEL FRASNIENSE

En el curso de los trabajos realizados por los autores en la región de Almadén, se pusieron de relieve notables regularidades en la distribución general de los fósiles durante el Frasnense, que encontraron inmediata aplicación en la comparación de las diferentes unidades estratigráficas del Piso. Estas regularidades habían sido advertidas ya por autores precedentes y sistematizadas de diversas formas. Müller (1929), por ejemplo, distinguió cinco grupos distintos de areniscas con faunas particulares, aunque no llegó a señalar con precisión su orden estratigráfico relativo. García-Alcalde (en Vergés 1980 y en Julivert *et al.* 1983), propuso un esquema informal de cuatro Biozonas de diverso carácter, con situación estratigráfica bien definida. Pardo y García-Alcalde (1984), ampliaron dicho esquema a cinco Biozonas, en parte distintas.

En el presente trabajo, se refunden y completan los datos anteriores y se propone, con carácter formal por primera vez, una Biozonación pluritaxónica (Bivalvos y Braquiópodos), abarcando cinco Biozonas de distinto rango (esencialmente las mismas de Pardo y García-Alcalde 1984, pero con índices zonales bien establecidos), algunas de las cuales se solapan en parte. Su valor en la región de Almadén ha sido contrastado en numerosos trabajos de investigación básica y de geología aplicada y varias de ellas se reconocen también en regiones próximas (Sinclinales de Herrera del Duque y Pedroches, por ejemplo).

De muro a techo, las unidades son las siguientes:

A) Cenozona de Bivalvos

Capas caracterizadas por la presencia de numerosas especies de Bivalvos, notablemente *Lyriopecten gilsoni* (Maillieux) y otros Pterinoplectínicos, *Cypricardella oblonga* Müller, *Lep-*

todesma almadensis, *Ctenodonta robustella* Müller, *Nuculites planiforma*, *Phestia* (?) *acuta* y *Carydium beushauseni*.

Aparte de los Bivalvos, se encuentran en la Biozona escasos representantes de otros grupos: nautiloideos ortocónicos, crinoideos, gasterópodos, escafópodos y braquiópodos, notablemente. Entre estos últimos, hacia el techo de la unidad, hace su aparición *Cyphoterorhynchus marianus*.

Designamos como estrato y localidad típicos de la Biozona, la base de la Unidad 1 en el corte de la carretera de Almadén-Saceruela (Fig. 3), en las proximidades del Km 5, comprendiendo el yacimiento F-200 (Fig. 2), y como paraestratotipos los yacimientos F-230 y G-5, de Guadalmez, y MP-35, MP-38 y V-302, de Almadén (Fig. 2).

Esta Biozona equivale estrechamente a las «Areniscas con Lamelibranquios» de Müller (1929). Su edad sería Frasnense Inferior de acuerdo con la presencia de *Lyriopecten gilsoni*, *Cyphoterorhynchus* y *Ripidiorhynchus*. Se reconoce muy bien en toda la región, por su carácter lumaquélico espectacular, y ha sido también advertida en el Sinclinal de Los Pedroches.

B) Teilzona de *Cyphoterorhynchus*

Capas caracterizadas por la presencia de especies del género zonal: *C. marianus* y *C. domenechae* n. sp.; la primera generalmente caracteriza la parte inferior de la Biozona, y la segunda, la superior; no obstante, la distribución de ambas especies suele solaparse ampliamente. Ambas formas, se acumulan en lumaquelas potentes, donde constituyen los elementos dominantes, casi exclusivos; sin embargo, en dichas lumaquelas se reconocen también algunos Bivalvos: *Nuculites planiforma* y *Leptodesma* sp.; otros braquiópodos: *Cyrtospirifer* cf. *verneuili*, *C.* cf. *brodi* (Wenjukov), *Ripidiorhynchus* aff. *farsani*, *R.* aff. *barroisi* y *Apousiella* cf. *dorlodoti*; y gasterópodos.

Señalamos como estrato y localidad típicos, la alternancia de lutitas y cuarcitas situadas inmediate a techo de la Unidad 1 en el Arroyo de Las Cabilas, unos 4,5 Km al SE del pueblo de Guadalmez (Yacs. G-4, F-232 y F-233, Fig. 2) y como paraestratotipo el paquete de cuarcitas y areniscas cuarcíticas de la parte media y alta de la Unidad 1, que aflora cerca del

Km 5 de la carretera Almadén-Saceruela (Yacs. S-1 a S-4, Fig. 2). Otras localidades donde se reconoce bien la Biozona son, en Almadén los yacimientos MP-8, MP-9, MP-21, MP-22, MP-27, MP-28, MP-36, MP-37, MP-40 y MP-53, y en Guadalmez, G-1, G-6, G-7, y F-231 (Fig. 2).

La Biozona de *Cyphoterorhynchus* se solapa en algunas localidades con la parte superior de la anterior Biozona; en Almadén integra la mayoría de la Unidad 1, y en Guadalmez se extiende sobre todo por encima de dicha unidad litostratigráfica. Su ámbito comprende prácticamente toda la región marriánica desde Jaén a Badajoz.

La edad máxima en la región estudiada, parece estar comprendida siempre dentro del Frasnense Inferior, equivaliendo a la de la Cronozona de conodontos *-asymmetricus* inferior.

Las «Areniscas con *-mariana*», de Müller (1929) y la «Biozona de *Cyphoterorhynchus marianus*», de García-Alcalde (en Vergés, 1980), tenían probablemente el mismo alcance que la presente Biozona, ya que dichos autores incluyeron, sin duda, en el concepto de *C. marianus*, la nueva especie *C. domenechae*.

C) Acrozona de concurrencia de *Douvillinoidea* (?) *alvarezi* y *Eoschuchertella jordani*

Niveles caracterizados por la presencia conjunta de las especies zonales. Estas aparecen en la región de Almadén en las mismas capas y forman grandes acumulaciones, en especial hacia la base de la Biozona donde, junto con *Eoschuchertella* cf. *devonica*, constituyen la mayor parte de la fauna presente. Otros elementos aparecen más pobremente representados, por ejemplo, los braquiópodos: *Apousiella almadensis* n. sp., *A.* cf. *dorlodoti*, *Adolfia* (?) *acutosinu*, *A.* cf. *faniensis*, *Cyrtospirifer almadensis* Paeckelmann, *Ripidiorhynchus* aff. *farsani*, *Productella subaculeata*, *Gamphalosis* cf. *arbizui* García-Alcalde, *Neatrypa* sp.; los trilobites *Bradocryphaeus hispanicus* y *Asteropyge* sp., briozoos, crinoideos, gasterópodos y algunos bivalvos.

Designamos como estrato y localidad típicos, los diez primeros metros de la serie de cuarcitas, areniscas cuarcíticas y lutitas que constituyen la base de la Unidad 2 en el corte de la carretera Almadén-Saceruela, hacia el Km 5,7, yacimientos F-203, S-10 y S-11 (Figs. 2 y 3). Ha

sido también reconocida la Biozona en los yacimientos MP-30 y V-212 (Fig. 2) y se encuentra probablemente representada también en el Sinclinal de Herrera del Duque, fuera de la región estudiada (cf. Puschmann 1970 a, Fig. 8).

Su edad máxima estaría comprendida entre las Cronozonas inferior y media de *-asymmetricus*, de acuerdo con la presencia de *E. jordani*, *A. (?) acutosinu* y *A. cf. faniensis*.

D) Teilzona de *Apousiella almadenensis*

Capas caracterizadas por la presencia de la especie zonal. Esta Biozona se solapa ampliamente con la anterior. Entre las especies frecuentes en ella, cabe señalar a *Productella subaculeata*, que forma grandes acumulaciones cerca del biohorizonte inferior, y las formas comunes en la Biozona precedente; hacia la mitad superior, suelen aparecer masas importantes de *Douvillina delta* n. sp. y *D. radiata* n. sp. Algunos niveles de la zona contienen numerosos Tentaculítidos: *Tentaculites* aff. *zemmourensis* Lardeux y *Dicricoconus* sp.

Designamos como estrato y localidad típicos, la Unidad 2 en el corte de la carretera Almadén-Saceruela, entre los Kms 4,5 y 4,7, yacimientos F-203, S-10 a S-13b, S-13mt, S-14, S-16, S-17a, S-17b y S-18 (Figs. 2 y 3). En Guadalmez y Garlitos se desarrolla también en la Unidad 2. Localidades de comparación dentro de la zona estudiada son: en Almadén, MP-10, M-14, MP-18, MP-20, MP-29, MP-30, MP-32, MP-35, MP-45, MP-56, V-212, V-6; en Garlitos, F-227; y en Guadalmez G-10 y F-234. La Biozona tiene, en cualquier caso, una gran extensión en la región mariánica, habiendo sido reconocida directamente por los autores en los Sinclinales de Herrera del Duque y Pedroches e indirectamente en muestras de numerosas localidades del Dominio «Ossa-Morena» (Fig. 1).

La unidad fue propuesta ya por García-Alcalde (en Vergés 1980) y es posible que corresponda estrechamente a las «Areniscas con Espiriféridos», de Müller (1929).

Las faunas presentes son comparables con las de la Biozona 2 de Brice *et al.* (1976), por lo que el alcance temporal máximo de la zona *-almadenensis* estaría comprendido en la Cronozona de *-asymmetricus* media.

E) Teilzona de *Pradochonetes muelleri*

Niveles caracterizados por la presencia de la

especie zonal. Esta es muy abundante en las facies lutíticas y limolíticas y bastante escasa en las areniscosas. Son frecuentes en la unidad *Ripidiorhynchus* cf. *kotalensis*, *R. aff. ferquensis*, *Apousiella bouchardi*, *Cyrtospirifer* cf. *verneuili*, *C. cf. schelonius* y *Douvillina* sp.; hacia el techo aparece también *Cariniferella dumontiana*.

Designamos como estrato y localidad típicos, el techo del Grupo Inferior Detrítico y la base del Volcánico, en el corte de la carretera Almadén-San Martín de Valdeiglesias, entre los Kms 2,5 y 3, yacimientos V-102, Camp 81, MP-46, MP-48 y MP-49 (Figs. 2 y 3), y como paraestratotipo las localidades F-235 y F-236 en el arroyo del Cerro Marcelo, cerca de Guadalmez (Fig. 2). El biohorizonte inferior se sitúa siempre sobre la Unidad 2; en Guadalmez, el biohorizonte superior se encuentra inmediatamente al muro de las lutitas con nódulos del Frasnense terminal-Fameniense Inferior (Fig. 5). Otras localidades de comparación son: en Almadén, MP-23 y V-10, y en Guadalmez G-11 y G-14. Los autores la han reconocido también, indirectamente, en muestras del Sinclinal de Garlitos y es posible que se encuentre representada en el Sinclinal de Herrera del Duque, en las Pizarras Superiores de Valmayor, de Puschmann (1970 a).

La unidad fue denominada anteriormente «Biozona de Longispina maillieuxi», por García-Alcalde (en Vergés 1980) a causa de un error de determinación. Las «Areniscas con *Orthis*» de Müller (1929), corresponden quizá en parte a esta zona, ya que la fauna citada por dicho autor comprende *Orthis dumontiana* (= *Cariniferella dumontiana*) que aparece hacia la parte superior de nuestra unidad.

De acuerdo con la presencia de *Apousiella bouchardi* y *Cariniferella dumontiana*, la edad de la Biozona podría situarse entre las Cronozonas media y superior de *-asymmetricus*.

APLICACIONES DE LA BIOSTRATIGRAFÍA A LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MINEROS: LA TECTÓNICA DE «LA FIDELA»

Como ya se indicó en su momento, los afloramientos en Almadén son escasos y pobres, en general. Esto, unido a la complicación tectónica, monotonía de las series y abundancia de episodios volcánicos de situación estratigráfica variable, hace muy difícil utilizar criterios litológicos de correlación y, por ende, el trazado de

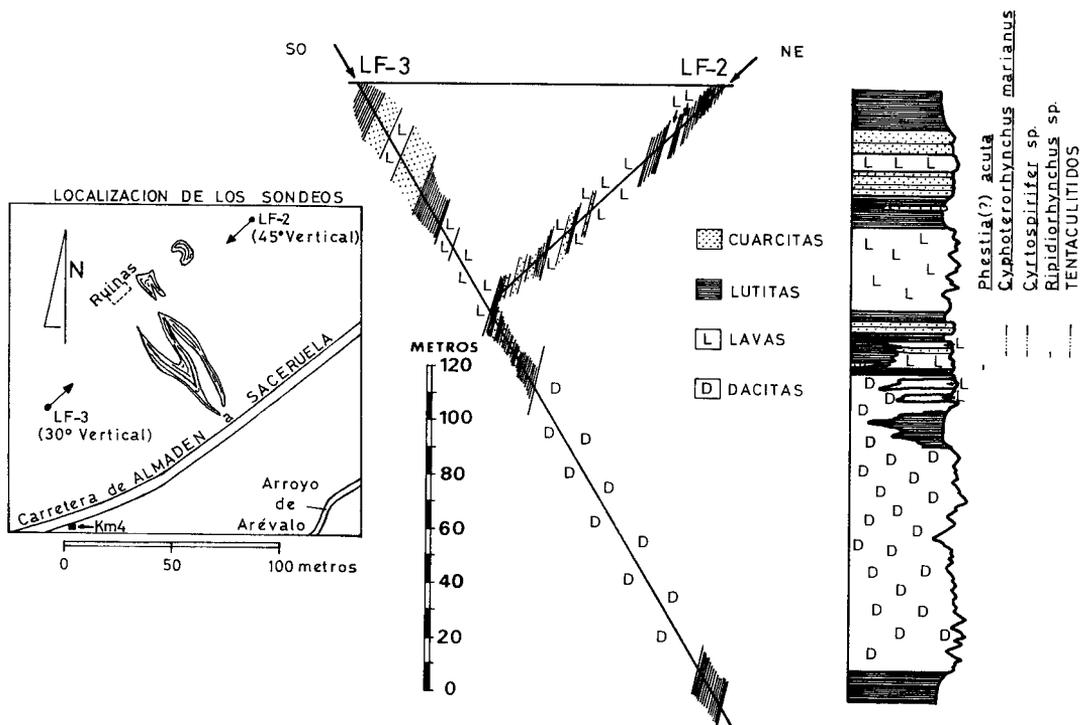


Fig. 6.—Reconstrucción de la estratigrafía de los alrededores de la mina «La Fidela» a partir de los sondeos LF-2 y LF-3 y situación de las faunas identificadas.

cartografías precisas. Así resulta complicado y azaroso conocer con detalle, salvo mediante el empleo de técnicas de prospección sofisticadas y costosas, estructuras tectónicas de pequeña y mediana escala que afectan a zonas con potencialidades mineras importantes. En series fosilíferas, sin embargo, el análisis biostratigráfico se ha evidenciado como decisivo, frente a otros métodos simples de investigación, para reconstruir el marco geológico de los posibles yacimientos minerales.

Un caso concreto de aplicación biostratigráfica, fue el realizado en el estudio de las condiciones del yacimiento de plomo-cinza, conocido por «La Fidela», situado unos 4 Km al NE de Almadén (Fig. 7), con vistas a la posible reiniciación del laboreo. Esta antigua mina se encuentra próxima al núcleo del Sinclinal de Almadén, en teoría dentro de una secuencia del Frasnense Superior sin excesivas complicaciones tectónicas. No obstante, durante una campaña realizada por el Departamento de Paleontología de la Universidad de Oviedo, se descu-

bró cerca de ella un pequeño afloramiento de lutitas y lentejones calcáreos con una asociación fosilífera que, sorprendentemente, resultó ser de edad Emsiense (Yac. F-213, Fig. 2). Este hecho que había pasado desapercibido, denunciaba la existencia de un accidente de cierta envergadura que podía suponer:

a) Que la mineralización de «La Fidela» hubiera sido afectada y desplazada hasta una nueva ubicación que convenía conocer.

b) Que la llamada «Cuarcita de Criadero» (Ordovícico Superior o Silúrico Inferior), soporte habitual de la mineralización de mercurio en la zona, se encontrase más cerca de la superficie de lo que se suponía, haciendo rentable una prospección por sondeos.

El trabajo realizado para comprobar, en primera aproximación, tales extremos, incluyó el estudio de numerosos testigos de sondeos obtenidos en la primera fase de explotación de la mina, y el reconocimiento superficial del área, a fin de cartografiarla a partir de los dispersos afloramientos disponibles, mediante la identifi-

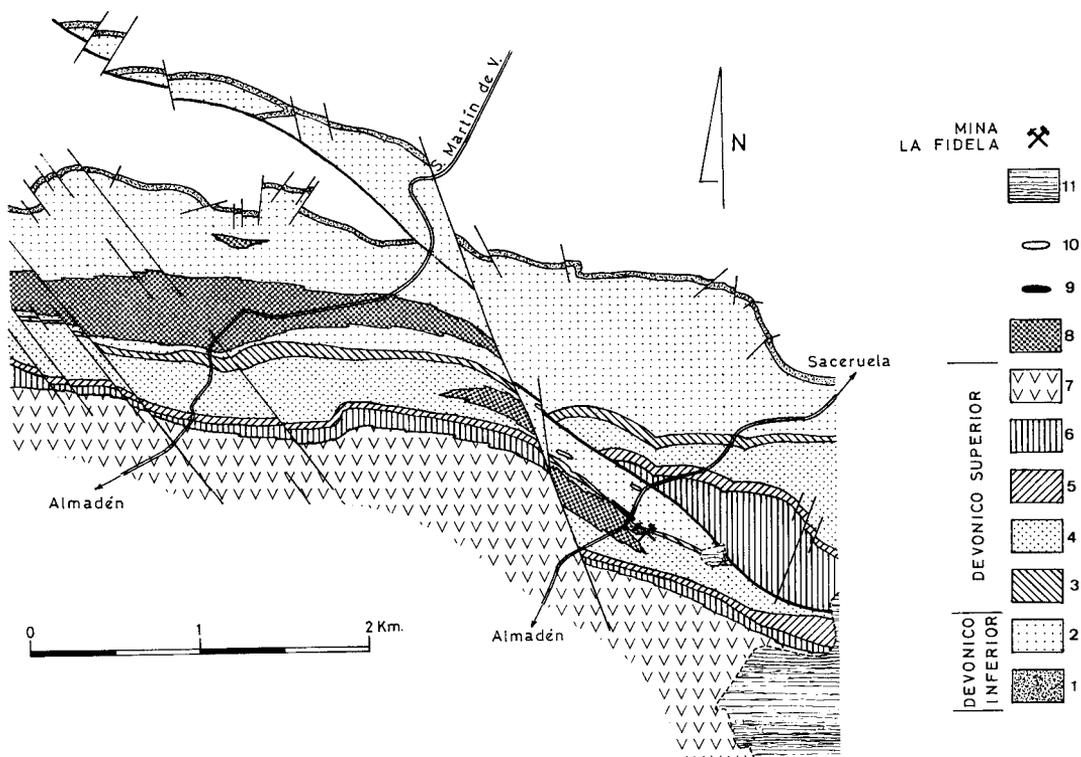


Fig. 7.—Mapa geológico del Devónico de los alrededores de la mina «La Fidela». 1) «Cuarcita de base»; 2) Lutitas y areniscas del Devónico Inferior; 3) Unidad 1; 4) Lutitas, areniscas y material volcánico; 5) Unidad 2; 6) Lutitas y limolitas; 7) Grupo Superior Volcánico; 8) Intercalaciones volcánicas; 9) Niveles de lavas diferenciados; 10) Calizas lentejonares del Devónico Inferior; 11) Materiales discordantes postpaleozoicos.

cación de los niveles por métodos paleontológicos.

Los testigos de sondeo, constituidos por cuarcitas fosilíferas, fueron tratados mediante ataque ácido para obtener moldes de los fósiles. Los sondeos LF-2 y LF-3 (Fig. 6) arrojaron los datos más completos, permitiéndonos identificar la Biozona de *Cyphoterorhynchus*, a 98,58 m y 99,80 m, respectivamente, dato que permitió la reconstrucción parcial de la secuencia estratigráfica (Fig. 6). Siguiendo el nivel en superficie, éste se situaba a unos 200 m al sur del posible emplazamiento del accidente, en sucesión normal respecto a los términos infra y suprayacente (Figs. 6 y 7). La sucesión se prolongaba hacia el SE de la mina, sin alteraciones, de acuerdo con la presencia de capas de las Biozonas de *Cyphoterorhynchus* (Yacs. MP-8 y MP-9, Fig. 2) y de *-almadenensis* (Yacs. MP-10, 11, 13, 15 a 18; Fig. 2); pero, en cambio, otras pertenecientes a la Biozona *-muelleri* (Yac.

MP-23, Fig. 2), se hallaban en apariencia por debajo de aquellas. De esta forma, se pudo precisar la situación y dirección del accidente y su posible naturaleza: o bien una falla inversa bastante tendida, con trazado algo oblicuo a la dirección de las capas, o bien un cabalgamiento sin nivel generalizado de despegue.

Siguiendo hacia el ONO las capas de la Biozona de *Cyphoterorhynchus*, se descubrió en el arroyo de El Enjambradero (Figs. 4, 7), un nuevo accidente: una falla relacionada con los grandes desgarres de la región, de dirección N 160° E, poniendo en contacto anormal dichas capas con las de la Biozona de *-almadenensis* (desarrolladas en el labio occidental). Deshaciendo el juego de esta falla, pudo seguirse el trazado hacia el NO de la de «La Fidela», estableciéndose su identidad con la del gran pliegue-falla descubierto y estudiado por Coullaut *et al.* (1978) y por Vergés (1980), a nivel de la «Cuarcita de base» (Figs. 2, 7). En estas condi-

ciones, la superposición tectónica de «La Fidela», es debida a un gran pliegue-falla de fase 1, replegado más tarde, afectado por una de las grandes fracturas de desgarrar posteriores al plegamiento (Fig. 7); hacia el NO el accidente afectaría a términos cada vez más antiguos y hacia el SE a niveles cada vez más modernos, perdiéndose finalmente bajo los materiales discordantes que cubren parte de la terminación periclinal oriental del Sinclinal de Almadén.

Asociados al pliegue-falla hay pliegues menores, tanto más frecuentes cuanto mayor es la proximidad a la traza del accidente. Los ejes de estos pliegues son sensiblemente paralelos al trazado del pliegue-falla y coinciden, de modo general, con las direcciones de los pliegues menores del Sinclinal principal. Este hecho, indica que tanto el pliegue-falla como el Sinclinal se originaron mediante esfuerzos coincidentes en dirección, o más probablemente mediante el mismo esfuerzo, en dos etapas sucesivas o simultáneamente.

Trazada la cartografía e interpretados los datos anteriores frente a los objetivos que se perseguían, se concluyó que:

A) Los materiales volcánicos, soporte u origen de la mineralización de plomo-cinza de «La Fidela», sustituyen en parte a los términos detríticos de la zona de *Cyphoterorhynchus* y a las lutitas inmediatamente superiores. El vulcanismo sería de edad Frasnense y la extensión lateral de los materiales volcánicos muy reducida, no resultando afectada en superficie por la falla de «La Fidela» y desapareciendo rápidamente hacia el NO de las fallas de El Enjambradero y hacia el SE de la mina (Fig. 7). De manera que si la mineralización y los materiales volcánicos están relacionados, como parece, la extensión superficial de la zona donde cabría la posibilidad de encontrar nuevas mineralizaciones es muy reducida sin que, de momento, pueda hacerse ninguna predicción de lo que sucedería en profundidad.

B) La «Cuarcita de Criadero» se encontraría a mayor profundidad de la esperada, incluso mayor de la que existiría si no hubiese el accidente de «La Fidela». Un sondeo realizado en la vertical del Devónico Inferior, en las proximidades de la mina, cortarían primero dicha serie, luego la superficie de la falla y después, posiblemente, el Carbonífero (si se hubiese desarrollado alguna vez en Almadén), el Devónico

y el Silúrico completos, hasta llegar a la propia «Cuarcita de Criadero».

Estas conclusiones, por decepcionantes que puedan parecer, definen con realismo las posibilidades mineras de «La Fidela» y sus alrededores, y lo que resulta de mayor interés para nuestro argumento, ilustran la capacidad de una técnica biostratigráfica muy sencilla en la investigación de zonas de condiciones geológicas complejas y malos afloramientos.

PALEONTOLOGIA

El estudio sistemático que sigue, se ha limitado a formas de gran interés estratigráfico en la región de Almadén, pertenecientes a Braquiópodos Articulados del Frasnense, todas menos una nuevas.

La mayor parte del material de estudio, consiste en moldes externos e internos de ambas valvas, en general algo desgastados, rotos y deformados tectónicamente.

Orden STROPHOMENIDA Öpik 1934

Familia DOUVILLINIDAE Caster 1939

Subfamilia DOUVILLININAE Caster 1939

Género DOUVILLINOIDES Harper y Boucot 1978

Douvillinoides (?) *alvarezzi* n. sp.

Fig. 8, a-j

- ± 1855 *Leptaena Dutertrii*, Murch.; Verneuil y Barrende, 77.
- ± 1929 *Douvillina ferquensis* Rig.; Müller, 11-12, tab. 1, lám. 1, figs. 4 f, 4 g (*non* 4 a-4 e, 4 h-4 i).
- ± 1962 *Douvillina ferquensis*, Rig.; Almela *et alt.*, 60, 65, lám. 4.
- ± 1967a *Douvillina ferquensis* (Rigaux); Puschmann, 389.
- ? 1970a *Douvillina cedulae* (Rigaux); Puschmann, 321-323, tab. 2, fig. 8.
- ± 1983 *Douvillina ferquensis* (Rig.); Julivert *et alt.*, 288.

Derivatio nominis.—Especie dedicada a Fernando Alvarez, profesor del Departamento de Paleontología de Oviedo.

Material y yacimientos.—Numerosos moldes de valvas disociadas, en general. Holotipo DPO 16731 (Fig. 8 a-c), Paratipos DPO 16732-I, 16732-III, 16732-IV, 16733-I (Fig. 8 f-h), 16734, 16736-I, 16738-I (Fig. 8 d-e), 16739-III, 16739-IV y 16739-VI, y ejemplares DPO 16732-II, 16732-V a 16732-IX, 16733-II a 16733-VI, 16735, 16736-II, 16736-III, 16737, 16738-II, 16739-I, 16739-II, 16739-V, 16739-VII y 16739-VIII, procedentes del estrato y localidad típicos.

Paratipos DPO 16740-I, 16742-I, 16743-III (Fig. 8 i-j), 16744-V y 16745, y ejemplares DPO 16740-II, 16740-III, 16741, 16742-II a VI, 16743-I y II, 16743-IV y 16744-I a IV, procedentes del yacimiento V-212 (Fig. 3).

Ejemplares DPO 16746-16748, procedentes del yacimiento MP-30 (Fig. 3).

La especie fue reconocida también en los yacimientos MP-18 y MP-29 (Fig. 3).

Estrato y localidad típicos.—Cuarcitas y areniscas, de colores blancos y amarillentos, correspondientes a la parte más baja de la Unidad 2 (Fig. 3), del Frasnense del flanco septentrional del Sinclinal de Almadén, yacimiento F-203 (Fig. 2) situado en el talud de la carretera local Almadén-Saceruela, en el Km 4,700.

Diagnóstico.—Talla media a grande para el género. Perfil planoconvexo. Angulos cardinales algo obtusos a débilmente auriculados. Ornamentación radial multicostulada. Plataforma muscular ventral de contorno losángico. Valva dorsal con una suave depresión media que se ensancha y desvanece hacia delante. Mióforos del proceso cardinal hendidos medianamente y dirigidos hacia atrás. Interior de ambas valvas reflejando, en ocasiones, la ornamentación externa. Cavity visceral separada por rebordes subperiféricos bajos y redondeados, de una zona marginal bastante extensa.

Descripción.—Conchas de tamaño medio a grande, semicirculares y transversas, con la máxima anchura situada típicamente en el borde cardinal. Máxima altura de la concha en la región posterior, algo antes de la mitad de la longitud (Tabla I). Angulos cardinales extendidos casi siempre en pequeñas orejetas casi inapreciables pero, a veces, rectos o algo obtusos.

Ornamentación radial irregularmente multicostulada. Cóstulas primarias numerosas, finas, simples, separadas por espacios intercostulares tres a cuatro veces más anchos que ellas. A lo largo de la concha se suceden tres a cuatro generaciones de cóstulas secundarias, apareciendo siempre una sola cóstula por espacio intercostular en cada nivel de intercalación; las

cóstulas secundarias adquieren muy pronto las dimensiones de las primarias. Los elementos radiales son rectos en la región media de la concha y se curvan algo hacia atrás en las regiones laterales (Fig. 8 i-j). A 10 mm del gancho ventral, en un espacio de 10 mm en la región media de la valva, se cuentan de 24 a 28 cóstulas.

Filae concéntricas numerosas y próximas. Lamelas de crecimiento en número de 3-4, poco marcadas y espaciadas de modo irregular.

En el interior de la concha, la cavity visceral está claramente separada por rebordes subperiféricos estrechos, bajos y redondeados, de una zona marginal, aplanada en ambas valvas, que ocupa 1/4 de la superficie total. Las paredes de la cavity visceral, en torno al campo muscular, reflejan a veces la ornamentación externa y están tapizadas por gránulos finos y numerosos. La zona marginal, se encuentra surcada por hendiduras radiales, abundantes, finas y profundas, que parten de los rebordes y representan la inserción de sedas sensitivas, y por estrías más débiles y cortas, relacionadas con la ornamentación externa (Fig. 8 b-g).

Valva ventral suavemente convexa, sobre todo en la región umbonal, aplanándose hacia delante. Gancho sobresaliendo apenas del borde cardinal. Interárea plana, bastante alta, apsaclina, surcada por fuertes estrías longitudinales en los moldes que representan la traza de dentículos que, en número superior a 40 en los ejemplares adultos, ocupan el borde interno de la interárea a partir de la intersección de los rebordes subperiféricos con el margen cardinal. Seudodeltidio completo, plegado en su parte media (Fig. 8 c).

En el interior de la valva ventral se observa un proceso ventral, corto y alto, separando cavidades redondeadas, anchas y profundas, destinadas a albergar los lóbulos del proceso cardinal. La interárea a ambos lados del seudodeltidio se encuentra generalmente entallada para

TABLA I.—Medidas de algunos ejemplares (en mm)

Ejemplar	L	I	H	L/I
Holotipo DPO 16731	18,7	24,8	2,5	0,75
Paratipo DPO 16736-I	20,1	29,3	3	0,68
Paratipo DPO 16743-III	16,4	21,4	—	0,76
Ejemplar DPO 16737	20	27,1	—	0,73

L: Longitud; I: Anchura; H: Grosor.

facilitar el paso de los lóbulos del proceso cardinal. El proceso ventral se prolonga anterior y lateralmente en finas expansiones arqueadas limitando el margen posterior de las huellas de los aductores y el anterior de las cavidades cardinales (Fig. 8 b-c).

Campo muscular ventral situado sobre una plataforma elevada, unas dos veces más ancha que larga, extendiéndose hacia delante casi un tercio de la longitud. Los bordes de la plataforma se proyectan claramente en dirección anterodorsal. El contorno de la plataforma en los adultos es romboidal mientras que en los juveniles tiende a ser transversalmente ovalado. Huellas de los aductores débiles, alargadas y ovals presentando, a veces, tenues particiones transversales que las dividen en dos regiones, la anterior más corta que la posterior. Miofragma bajo, redondeado y estrecho en su extremo proximal, haciéndose más grueso y alto hacia delante hasta alcanzar el margen anterior de la plataforma muscular, donde suele presentar un claro engrosamiento. Huellas de los diductores subtriangulares, mayores que las de los aductores, a las que envuelven, y separadas anteriormente por el engrosamiento distal del miofragma. En los individuos adultos, los haces de fibras de los diductores dejan fuertes huellas en la concha que se resuelven en un neto festoneado de los bordes de la plataforma muscular (Fig. 8 a-e).

Valva dorsal plana, con una suave depresión media que se ensancha y debilita hacia delante. Interárea dorsal casi linear, cataclina o suavemente hiperclina, con el borde interno provisto de numerosas fosetas complementarias de los denticulos ventrales. Quilidio entero, plegado medianamente.

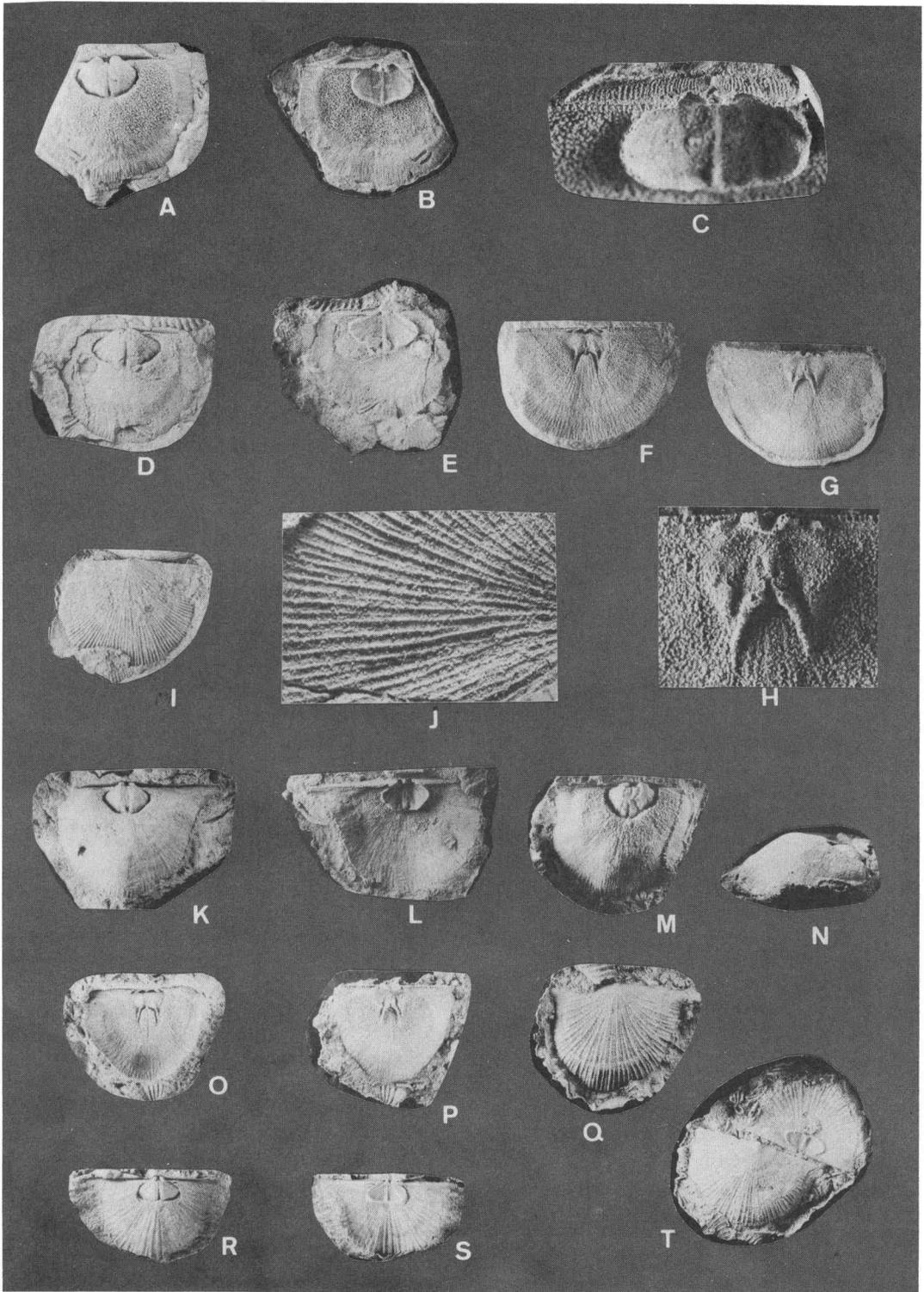
El interior de la valva dorsal presenta un proceso cardinal bilobado, de lóbulos cortos, di-

vergentes, unidos en sus bases, con mióforos hendidos longitudinalmente en su parte media y dirigidos hacia atrás que sobresalen apenas del borde cardinal. Rebordes internos cortos, divergentes, engrosados en sus extremos distales, implantados sobre espesamientos conchíferos a ambos lados del proceso cardinal, separados de él, formando con la charnela un ángulo de 20°-30°.

Campo muscular de los aductores ovalado, algo más ancho que largo, ocupando un quinto de la longitud de la valva, dividido por un miofragma bajo y redondeado, que se estrecha anteriormente, terminado en una depresión estrecha en la que se alojaría el engrosamiento distal del miofragma medio de la otra valva. Placas abrazaderas tuberculadas, cortas y altas, curvándose fuertemente una hacia la otra y tendiendo a unir sus crestas medianamente en las proximidades del miofragma y hacia delante algo divergentes o casi paralelas y de altura y grosor decrecientes. Huellas del par medio de aductores débilmente marcadas, ovals y alargadas, adosándose al miofragma en un plano superior al de las huellas de los aductores laterales; éstas son semicirculares y más extensas que las otras a las que flanquean. El campo muscular está limitado lateralmente por rebordes curvos, anchos, bajos y granulosos que, hacia el frente se prolongan en sendos espesamientos triangulares, bastante altos, separados por depresiones estrechas y profundas de las placas abrazaderas; dichas depresiones, se extienden por los márgenes externos de las placas y también hacia atrás, separando las huellas de los aductores de cada lado (Fig. 8 f-h).

La disposición de los campos musculares de ambas valvas, que facilita un estrecho acoplamiento de los márgenes de ambos y de los extremos distales de los miofragmas excluye, en

Fig. 8.—*Douvillinoidea* (?) *alvarezii* n. sp. A) Holotipo DPO 16731, molde interno ventral. Yac. F-203. B) Réplica en látex. C) Detalle del anterior. D) Paratipo DPO 16738-I, molde interno ventral. Yac. F-203. E) Réplica en látex. F) Paratipo DPO 16733-I, molde interno dorsal. Yac. F-203. G) Réplica en látex. H) Detalle del anterior. I) Réplica en látex del Paratipo DPO 16743-III, ornamentación ventral. Yac. V-212. J) Réplica en látex del Paratipo DPO 16732-III, detalle de la ornamentación ventral (ejemplar girado 90°). Yac. F-203. *Douvillina delta* n. sp. K) Holotipo DPO 16749-I, molde interno ventral. Yac. S-17a. L) Réplica en látex. M) Paratipo DPO 16755, molde interno ventral. Yac. S-18. N) Visita lateral del anterior. O) Paratipo DPO 16752-I, molde interno dorsal. Yac. S-17a. P) Réplica en látex. Q) Réplica en látex del Paratipo DPO 16749-II, ornamentación ventral. Yac. S-17a. *Douvillina radiata* n. sp. R) Holotipo DPO 16759-I, molde interno ventral. Yac. S-17b. S) Réplica en látex. T) Réplica en látex de los Paratipos DPO 16760-II (arriba) y 16760-V (abajo). Yac. S-17b. (Todas las figuras $\times 1$, salvo C, J y H: $\times 3,3$).



nuestra opinión, el que los rebordes internos puedan haber actuado como braquióforos. Las especies de la subfamilia Douvillinae y otras formas relacionadas, parecen haber poseído sistemas muscular y braquial bien separados uno del otro, este último constituido por las placas abrazaderas y un lofóforo primitivo, quizás troclofo, apoyado en las caras internas de las placas.

Variabilidad.—El contorno de la plataforma muscular presenta diferencias en el curso de la ontogenia, siendo transversalmente ovalada y baja en los individuos juveniles y claramente romboidal y alta en los adultos. En estos últimos, los bordes suelen estar, además, muy festoneados. La superficie de la cavidad visceral recubierta de gránulos es proporcionalmente menor en los jóvenes en los que, además, se transparenta siempre la ornamentación radial externa.

Otras variaciones afectan al grosor y grado de divergencia de los lóbulos del proceso cardinal, a la longitud y dirección de las placas abrazaderas y a la ornamentación externa, más o menos regularmente multicostulada.

Discusión.—La especie pertenece, sin duda, a Douvillinae Caster 1939 por su característico campo muscular ventral y presencia de prominentes placas abrazaderas en la valva dorsal. Su asignación genérica, en cambio, es más problemática. Por el perfil planoconvexo y ornamentación multicostulada la incluimos en *Douvillinoides* Harper y Boucot. Sin embargo, las especies hasta ahora asignadas a dicho género, *D. crickmayi* (Pedder) y *D. sp.* (Williams) presentan una cierta resupinación, tienen la plataforma muscular ventral menos diferenciada, interárea dorsal anaclina y proceso cardinal dirigido posteroventralmente, por cuyas razones preferimos mantener un punto de interrogación en la clasificación de nuestra especie.

Los autores anteriores que se ocuparon del estudio de las faunas frasnienenses de Almadén confundieron, sin duda, esta especie con otras del género *Douvillina*, como *D. dutertrei* (Murchison), *D. ferquensis* (Rigaux) y *D. cedulae* (Rigaux). Hemos tenido la oportunidad de comparar *D. (?) alvarezii* n. sp. con material topotípico de las dos primeras especies y se diferencia de ellas inmediatamente por su perfil planoconvexo y ornamentación multicostulada. De *Douvillina cedulae* se separa por su contorno megatírido y ornamentación multicostulada.

Distribución estratigráfica y edad.—*D. (?) alvarezii* n. sp. caracteriza, junto con *Eoschuchertella jordani* García-Alcalde, una Biozona del Sinclinal de Almadén. Su asociación con *Adolfia* cf. *faniensis* (Mailleux) y *A. (?) acutosinu* (Bouchard) sugiere para ella una edad Frasnienense, correspondiente a la Cronozona media de *-asymmetricus* (comparar con Brice *et al.* 1976).

Género *Douvillina* Oehlert 1887

Douvillina delta n. sp.

Fig. 8, k-q

- ± 1855 *Leptaena Dutertrei*, Murch.; Verneuil y Barande, 77.
- ± 1929 *Douvillina ferquensis* Rig.; Müller, 11-12, tab. 1, lám. 1, figs. 4 c-d, h-i (*non* 4 a-b, e-g).
- ± 1962 *Douvillina ferquensis*, Rig.; Almela *et al.*, 60, 65.
- ± 1967a *Douvillina ferquensis* (Rigaux); Puschmann, 389.
- ± 1983 *Douvillina ferquensis* (Rig.); Julivert *et al.*, 288.

Derivatio nominis.—Alude a la semejanza del perfil lateral de la especie con el de un delta fluvial.

Material y yacimientos.—Numerosos moldes internos y externos de valvas, en general disociadas. Holotipo DPO 16749-I (Fig. 8 k-l), Paratipos DPO 16749-II (Fig. 8 q), 16749-IV y 16752-I (Fig. 8 o-p), y ejemplares DPO 16749-III, 16752-II y 16753, procedentes del estrato y localidad típicos.

Paratipo DPO 16751-I y ejemplar DPO 16750, procedentes del yacimiento S-16 (Fig. 2).

Paratipo DPO 16754-I y ejemplares DPO 16754-II y III, 16759-III, V y VIII, 16760-VI, VII, IX y X, procedentes del yacimiento S-17b (Fig. 2).

Paratipos DPO 16755 (Fig. 8 m-n) a 16758, procedentes del yacimiento S-18 (Fig. 2).

Estrato y localidad típicos.—Paquete de areniscas y cuarcitas de colores rojizos y amarillentos, alternando con lutitas, de la mitad superior de la Unidad 2 (Fig. 3) del Sinclinal de Almadén. Yacimiento S-17 (Fig. 2) localizado en el talud de la carretera local Almadén-Saceruela, Km 4,600.

Diagnóstico.—Talla media a grande para el género. Contorno trapezoidal alado. Perfil muy geniculado con disco ventral suavemente convexo y disco dorsal débilmente cóncavo. Valva ventral provista de un vago pliegue medio, poco desarrollado. Valva dorsal con una depresión media correspondiente, también de límites imprecisos. Ornamentación regularmente parvicostulada. Interáreas casi completamente denticuladas.

Descripción.—Conchas de tamaño medio a grande, de contorno trapezoidal, transversas,

TABLA II.—Medidas de algunos ejemplares (en mm)

Ejemplar	L	l	H	L/l
Holotipo DPO 16749-I	18,4	28,8	5,3	0,63
Paratipo DPO 16749-IV	17	23,8	4	0,71
Paratipo DPO 16749-II	17,2	22,8	3	0,75
Paratipo DPO 16755	19	27	9	0,70

cóncavoconvexas y geniculadas en dirección anterodorsal. Máxima anchura situada en el margen posterior de la concha merced a la presencia de sendas orejetas redondeadas, muy bien desarrolladas en las extremidades cardinales (Tabla II y Fig. 8 q).

Ornamentación regularmente parvicostulada, con 14 a 15 cóstulas primarias y tres a cuatro generaciones de cóstulas secundarias apareciendo en grupos de 2, ó más generalmente 3, en los espacios intercostulares en cada nivel de intercalación; la última generación suele coincidir con el límite entre disco y cola de la concha. A 10 mm del gancho ventral y en un espacio de 10 mm hay 40-42 cóstulas. Los elementos radiales son rectos en la región media de la concha y se arquean suavemente hacia atrás en las regiones laterales. *Filae* concéntricas finas y numerosas cortando los elementos radiales. Dos a tres lamelas de crecimiento, de límites bien marcados, desarrollados en la superficie de los discos.

En el interior de la concha, el límite entre discos y colas se marca, a veces, por tenues rebordes subperiféricos (Fig. 8 p). La cola presenta hendiduras radiales numerosas (8 cada 5 mm), finas, profundas y largas, donde se insertarían sedas sensitivas del borde del manto, y otras estrías más débiles y cortas, relacionadas con la ornamentación externa (Fig. 8 k-l, o-p). Los discos de ambas valvas, en torno al campo muscular, están cubiertos de gránulos y reflejan algo la ornamentación radial externa.

Valva ventral con disco plano a suavemente convexo. Cola formando un ángulo obtuso con el disco (Fig. 8 n). En la parte media de la valva se diferencia un pliegue longitudinal muy suave, cuyos límites laterales no están bien definidos, el cual hacia delante se hace más ancho y fuerte, sobre todo en la cola (Fig. 8 k-m). Gancho pequeño, sobresaliendo del borde cardinal. Cola de longitud variable, llegando a alcanzar un tercio de la total. Interárea plana, moderadamente alta, apsaclina, cubierta en los moldes

de finas estrías longitudinales que representan la traza de los dentículos que, en número de unos 60 en los individuos adultos, se extienden en su borde interno hasta la misma base de las aurículas (Fig. 8 l). Seudodeltidio completo, estrecho y plegado en su parte media.

En el interior de la valva, el proceso ventral, sus expansiones anterolaterales y las cavidades cardinales son similares a las descritas en *Douvillinoidea* (?) *alvarezi* n. sp., aunque más reducidos. La plataforma muscular es también más pequeña en proporción, equidimensional, ocupando alrededor de un quinto de la longitud, de contorno ovalado a subpentagonal y bordes algo festoneados, con la anchura máxima situada, generalmente en su mitad posterior. Miofragma dividido longitudinalmente por una fina hendidura y terminado en una fuerte protuberancia distal (Fig. 8 l). Huellas de los aductores bien marcadas, largas, estrechas y ovaladas, divididas por finas estrías diagonales en dos regiones, la anterior algo más corta que la posterior, situadas en un plano superior al del resto del campo muscular del que se separan por sendos surcos más o menos fuertes. Huellas de los diductores triangulares y de mayor tamaño que las otras, separadas por la protuberancia terminal del miofragma.

Valva dorsal con disco suavemente cóncavo y cola dirigida anterodorsalmente. En su región media se marca, a veces, una suave depresión correspondiente al pliegue ventral. Interárea lineal, cataclina o hiperclina, con fosetas complementarias de los dentículos ventrales en su borde interno; quilidio completo, plegado en su parte media.

Proceso cardinal bilobado, de lóbulos divergentes, altos y estrechos, unidos por sus bases, sobresaliendo del borde cardinal; mióforos subrectangulares dirigidos posteroventralmente (Fig. 8 o-p). Rebordes internos fuertes, divergiendo unos 30° de la charnela, ensanchándose hacia delante, bien separados del proceso cardinal. Miofragma medio corto y agudo, termi-

nado en una depresión en la que encaja la protuberancia distal del miofragma de la otra valva. Placas abrazaderas tuberculadas, fuertemente curvadas una hacia la otra y tendiendo a unirse por sus crestas cerca del miofragma, y convexas y divergentes hacia delante, perdiendo poco a poco altura y grosor. Brevisepeto fino y largo, iniciándose entre las placas abrazaderas y prolongándose delante de ellas (Fig. 8 p). Campo muscular de morfología similar a la descrita en *Douvillinoidea* (?) *alvarezii* n. sp., con rebordes laterales terminados también en fuertes elevaciones triangulares individualizadas de las placas abrazaderas merced a la presencia de depresiones profundas y estrechas flanqueando las placas, las cuales se prolongan también hacia atrás, dentro del campo muscular, separando las huellas de los aductores de cada lado.

Variabilidad.—La especie presenta un amplio margen de variación en contorno, importancia del pliegue y depresión medios, forma de la superficie muscular ventral, longitud de la cola en relación a la del disco y mayor o menor desarrollo de las orejetas. Varios de estos caracteres parecen estar relacionados; así, las conchas con diferenciación media acentuada, tienen contorno longitudinalmente ovalado, y las menos diferenciadas semicircular. Igualmente, la presencia de geniculación más fuerte parece ir acompañada de mayor desarrollo de las orejetas.

En los individuos juveniles la plataforma muscular es ovalada y baja, mientras en los adultos es subpentagonal y alta.

Discusión.—La ornamentación, perfil y caracteres internos permiten atribuir la especie a *Douvillina* Oehlert.

Los autores anteriores que se ocuparon de la biostratigrafía del Devónico superior de Almadén confundieron, sin duda, esta especie con otras del género *Douvillina*, como *D. dutertrei* y *D. ferquensis*. *D. delta* n. sp. se diferencia de ambas en la neta geniculación y en la ornamentación regularmente parvicostulada.

La morfología interna de la valva ventral y el contorno general son similares a los de *D. arcuata* (Hall), pero esta especie es más pequeña, tiene ornamentación diferente y carece de geniculación.

El contorno, tamaño y disposición de cóstulas primarias y secundarias, es parecido al que presenta *D. thomasi* Rigaux, pero esta especie carece de geniculación.

Distribución estratigráfica y edad.—*D. delta* n. sp. está presente en la mitad superior de la Biozona de *A. almadensis*, correspondiendo posiblemente a la Cronozona media de *-asymmetricus*, del Frasniense, de acuerdo con las faunas acompañantes: *Adolfia* cf. *faniensis* y *A. (?) acutosinu* (ver Brice et al. 1976).

Douvillina radiata n. sp.

Figs. 8 r-t, 9 a-c

- ± 1855 *Leptaena Dutertrei*, Murch.; Verneuil y Barrande, 77.
- ± 1929 *Douvillina ferquensis* Rig.; Müller, 11-12, tab. 1.
- ± 1962 *Douvillina ferquensis*, Rig.; Almela et al., 60, 65.
- ± 1967a *Douvillina ferquensis* (Rigaux); Puschmann, 389.
- ± 1983 *Douvillina ferquensis* (Rig.); Julivert et al., 288.

Derivatio nominis.—Alude al aspecto radiante que presenta el interior de ambas valvas.

Material y yacimientos.—Numerosos moldes externos e internos de valvas, en general disociadas. Holotipo DPO 16759-I (Fig. 8 r-s), Paratipos DPO 16759-II, 16759-IV (Fig. 9 c), 16759-IX, 16760-I, 16760-II (Fig. 8 t), 16760-III (Fig. 9 a-b), 16760-IV, 16760-V (Fig. 8 t) y 16761, y ejemplares DPO 16759-VI y VII y 16760-VIII, procedentes de la localidad y estrato típicos.

Paratipo DPO 16749-V, y ejemplares DPO 16752-III a V, procedentes del yacimiento S-17a (Fig. 2).

Paratipo DPO 16762, procedente del yacimiento S-18 (Fig. 2).

Diagnóstico.—Tamaño medio. Perfil cóncavoconvexo, a veces algo geniculado. Contorno semicircular con finas orejetas. Ornamentación irregularmente parvicostulada. Plataforma muscular ventral en forma de abanico, muy transversa y con un débil entrante en su borde anterior. Placas abrazaderas finas, generalmente rectas y subparalelas. Rebordes internos finos y muy largos. Interior de ambas valvas reflejando claramente la ornamentación radial externa.

Descripción.—Conchas pseudopuntuadas, de tamaño medio, contorno semicircular, más anchas que largas, suavemente cóncavoconvexas y, a veces, geniculadas en dirección anterodorsal, con cola pequeña. Máxima anchura situada en la charnela (Tabla III). Extremidades cardinales aplanadas, prolongándose en aurículas cortas y finas (Fig. 8 t).

Ornamentación radial irregularmente parvicostulada, constituida por unas 20 cóstulas pri-

TABLA III.—Medidas de algunos ejemplares (en mm)

Ejemplar	L	I	H	L/I
Holotipo DPO 16759-I	13,9	21,7	1,5	0,64
Paratipo DPO 16759-II	12	15,3	—	0,78
Paratipo 16760-V	14,7	21	3,5	0,70
Paratipo DPO 16760-II	12,6	14,3	—	0,65

marías altas y agudas, separadas por espacios intercostulares estrechos (dos a tres veces la anchura de las cóstulas), ocupados por un máximo de 2 cóstulas secundarias en el primer nivel de intercalación. Dos a tres generaciones de cóstulas secundarias, apareciendo a distancias variables del gancho, la última hacia el límite de la geniculación, situándose de 1 a 2 cóstulas secundarias en cada espacio intercostular en los niveles de intercalación. El crecimiento de las cóstulas secundarias es muy rápido en la región media, que adquiere así un aspecto multicostulado en el margen anterior, mientras que en las regiones laterales es mucho más lento, manteniéndose el aspecto parvicostulado.

Filae concéntricas, finas y próximas. Una o dos lamelas de crecimiento, evidenciándose cerca de la geniculación.

Interior de ambas valvas reflejando intensamente la ornamentación radial externa (Figs. 8 s, 9 b). Finos gránulos rodeando el campo muscular. Margen anterior con 9 a 10 finos alvéolos de sedas sensitivas cada 5 mm y numerosas estrías más cortas entre ellos.

Valva ventral suavemente convexa y, a veces, débilmente geniculada. Disco ventral ocupando la mayor parte de la superficie de la valva. Cola corta, dirigida anterodorsalmente. Región umbonal más convexa que el resto del disco. Gancho corto, sobresaliendo apenas del margen posterior. Interárea baja, plana o suavemente cóncava, apsaclina, en ocasiones surcada en los moldes por estrías longitudinales muy finas, representando la traza de denticulos menudos que, en número de 50 ó más, ocupan prácticamente todo su borde interno. Seudodeltidio completo, plegado en su parte media.

En el interior de la valva, la disposición del proceso ventral, expansiones del mismo y cavidades de inserción de los lóbulos del proceso cardinal, es similar a la descrita para *D. delta* n. sp., aunque las cavidades cardinales son más

redondeadas y profundas proporcionalmente (Fig. 8 r-s).

Plataforma muscular baja, de contorno triangular redondeado, con un pequeño entrante en su borde anterior (Fig. 8 r-t), dos veces más ancha que larga, con la máxima anchura situada hacia la mitad de su longitud o algo más adelante. La plataforma se extiende hacia el frente algo menos de un tercio de la longitud total de la valva. Miofragma estrecho, bajo y redondeado, ganando algo en altura en dirección anterior, débilmente ensanchado en su extremo distal. Huellas de los aductores, muy estrechas y largas, ovaladas a subrectangulares. Huellas de los diductores triangulares, más grandes que las otras, separadas de ellas por depresiones finas, y entre sí por el extremo anterior del miofragma.

Valva dorsal suavemente cóncava y, a veces, algo geniculada. Interárea baja, cataclina, con fosetas complementarias de los denticulos ventrales en su borde interno. Quillidio completo, plegado en su parte media.

Interior de la valva con un proceso cardinal bilobado, de lóbulos poco divergentes, cortos y redondeados, sobresaliendo algo del margen posterior y mióforos dirigidos posteroventralmente (Fig. 9 b). Rebordes internos largos, estrechos y finos, bien separados del proceso cardinal, divergiendo de la línea cardinal unos 30°.

Miofragma medio bajo y estrecho, con una depresión en su extremo anterior donde se encaja el engrosamiento distal del miofragma ventral. Placas abrazaderas tuberculadas y cortas; sus extremos posteriores se curvan uno hacia el otro, y sus crestas tienden a unirse ventralmente; hacia delante son rectas o algo convexas, divergen muy poco y pierden paulatinamente altura y grosor. Brevissepto muy fino, naciendo entre las placas abrazaderas y extendiéndose algo delante de ellas (Fig. 9 a-b). Huellas del par medio de aductores situadas en un plano superior a las otras, pequeñas, alargadas

y ovals. Huellas del par lateral, más grandes, triangulares. Campo muscular delimitado por rebordes curvos terminados anteriormente en protuberancias tuberculadas triangulares, separadas de las placas abrazaderas por profundas incisiones, las cuales se prolongan también hacia atrás, separando las huellas de los aductores de cada lado.

Discusión.—Aunque el perfil de *D. radiata* n. sp. es suavemente cóncavoconvexo, el resto de caracteres acreditan su pertenencia al género *Douvillina*.

Los autores anteriores que estudiaron el Frasnense de la región, confundieron sin duda esta especie con otras del género *Douvillina*, como *D. dutertrei* y *D. ferquensis*.

D. ferquensis, tiene una ornamentación regularmente parvicostulada, con espacios intercostulares más anchos, ocupados por 3 a 4 cóstulas secundarias en cada nivel de intercalación. La presencia de geniculación y el tipo ornamental de nuestra especie, difiere también de los de *D. fischeri* (Verneuil) y *D. douxami* Rigaux.

Los juveniles de *D. delta* n. sp., se parecen bastante a *D. radiata* n. sp., pero tienen ornamentación radial menos marcada, plataforma muscular de contorno distinto y protuberancia anterior del miofragma ventral más marcado.

Distribución estratigráfica y edad.—*D. radiata* n. sp. aparece siempre asociada con *D. delta*, en capas de edad Frasnense, dentro de la Unidad 2 del Sinclinal de Almadén.

Familia CHONETIDAE Bronn 1862
Subfamilia DAGNACHONETINAE
Racheboeuf 1981

Género *Pradochonetes* n. gen.

Especie tipo.—*Pradochonetes muelleri* n. sp.

Derivatio nominis.—Género dedicado al eminente geólogo español Casiano de Prado, quien contribuyó en buena medida al conocimiento de la región maríana.

Diagnóstico.—Conchas transversas, suavemente cóncavoconvexas, provistas de corrugaciones concéntricas, finas y numerosas, cortando la ornamentación radial, que se marcan incluso en el molde interno. Ornamentación radial regular, constituida por cóstulas bifurcantes en la valva ventral e intercalares en la dorsal que, hacia delante, tienden a ser cada vez más finas y hacia los flancos posterolaterales a desaparecer. Espinas cardinales ortomorfas, rectas o algo oblicuas, en número de 2-3 a cada lado

del gancho. Valva ventral con una suave depresión media. Interárea ventral apsaclina. Seudodeltidio presente. Campo muscular ventral bilobado y extenso, limitado por bajas elevaciones posterolaterales, dividido por un miofragma cuyo extremo proximal, ancho y alto, se une a un notable espesamiento umbonal y, a partir del campo de los aductores, se afina y debilita. Endospinas fuertes, desarrolladas sobre todo en las regiones posterolaterales. Interárea dorsal hiperclina. Quilidio presente. Proceso cardinal trilobado. Crestas internas finas y bastante largas, prácticamente paralelas a la charnela, dominando en altura, junto con el proceso cardinal, al resto de la valva. Brevisépto fuerte y largo, separado del cardinalio por una zona aplanada o vagamente alveolar. Anderidios no soldados al cardinalio, formando un ángulo entre ellos de unos 60°. No hay septos accesorios. Áreas braquiales convexas, separadas por una depresión media en cuyo fondo se extiende el brevisépto. Endospinas fuertes ocupando la región anteromedial de la valva.

Discusión.—La inclusión de *Pradochonetes* n. gen. en la Subfamilia Dagnachonetinae, se justifica por la presencia de corrugación, tipo de estructuras internas dorsales, desarrollo de un suave seno ventral, espinación cardinal y ornamentación externa. Racheboeuf (1981, 1982, 1983) incluyó en la Subfamilia a *Dagnachonetes* (*Dagnachonetes*) Afanasjeva, *D. (Luanquella)* (García-Alcalde y Racheboeuf), *Corbicularia* Lyashenko, *Striatochonetes* Mikrjukov, *Rhyssochonetes* Johnson (= *Cedulia* Racheboeuf) y *Frankiella* Racheboeuf.

D. (Dagnachonetes), difiere de *Pradochonetes* n. gen. en la posesión de proceso cardinal bilobado con lóbulos bien separados, mayor desarrollo de las crestas internas, presencia de endospinas más finas y numerosas ocupando toda la superficie interna de la concha en torno a los campos muscular y branquial y posesión de una interárea dorsal cataclina. La ornamentación aunque es regular y con generaciones de cóstulas cada vez más finas en ambos taxones, consiste en *D. (Dagnachonetes)* de elementos intercalares en la valva ventral y bifurcantes en la dorsal, justo al revés que en *Pradochonetes* n. gen., y extendidas, además, por toda la concha, incluidas las regiones postelaterales. Por otra parte, en *D. (Dagnachonetes)* las espinas cardinales forman un ángulo mucho menor (unos 40°) con el borde de la valva, los anderi-

dios están soldados al cardinalio y divergen según un ángulo menor y las áreas braquiales son de morfología diferente.

D. (Luanquilla), difiere por su ornamentación radial mucho más fina e irregular, con cóstulas intercalares bifurcantes en ambas valvas que, hacia delante, se ensanchan o mantienen el grosor y cubren toda la concha. El proceso cardinal es claramente bilobado, con lóbulos muy separados. Las crestas internas son mucho más fuertes y algo divergentes hacia delante. Los anderidios son más robustos y forman entre ellos un ángulo menor (unos 45°). Las endospinas se distribuyen por toda la superficie interna de la concha en torno a los campos musculares y son más finas y numerosas.

Corbicularia posee numerosas cóstulas intercalares en la valva ventral, carece de septo medio dorsal y, según Balinski (1979), posee septos accesorios bien desarrollados.

Striatochonetes es un género mal conocido. Las formas asignadas al mismo, con dudas, por Racheboeuf (1981): *S. (?) parisi* y *S. (?) goasquellensis*, del Frasnense de la Rada de Brest (Francia), difieren de *P. muelleri* n. sp. en que son más pequeñas y equidimensionales, carecen de seno ventral, la ornamentación radial es más grosera con cóstulas sobre todo intercalares en la valva ventral y bifurcantes en la dorsal; el breviseto dorsal es muy corto y está separado del proceso cardinal por un fuerte alvéolo; los anderidios están fundidos al cardinalio y algo más abiertos (por encima de 60°); hay una cierta tendencia a la formación de septos accesorios; y las endospinas ocupan prácticamente toda la cavidad visceral, salvo el campo muscular. Racheboeuf (1981), identificó como *S. (?) goasquellensis* formas del Devónico Superior de Almadén que deben pertenecer, más bien, a *Pradochonetes muelleri*.

Rhysochonetes es más pequeño, presenta costulación débil y en el interior de la valva dorsal tiene un alvéolo muy fuerte; además, carece de breviseto o lo tiene muy poco desarrollado.

Cedulia, fue puesta en sinonimia con el género anterior por su propio creador (Racheboeuf 1982, p. 129). La especie-tipo, *C. douvillei* (Rigaux), carece prácticamente de breviseto dorsal y los anderidios forman un ángulo de unos 45°.

Frankiella es un Dagnachonetinae muy peculiar, con un perfil cóncavoconvexo en la región

media de la concha y planoconvexo o resupinado en los flancos, provisto de una depresión media en la valva ventral y una elevación media en la dorsal que se resuelven en el frente en una lengüeta bien desarrollada; difiere, además, de *Pradochonetes* n. gen. en el tipo de ornamentación, con costillas intercalares en la valva ventral y bifurcantes en la dorsal, y también en la morfología interna, con un pequeño campo muscular ventral, rebordes internos muy fuertes y proceso cardinal bilobado y con anderidios más abiertos.

Retichonetes Muir-Wood es también un género corrugado que se diferencia del nuestro en su menor tamaño, concha más equidimensional y muy concavoconvexa, ornamentación radial irregular con cóstulas sobre todo bifurcantes en la valva ventral e intercalares y bifurcantes en las valvas ventral y dorsal, respectivamente; presenta mayor número de espinas cardinales (3 a 4 a cada lado del gancho), más oblicuas (40°-70°); en la valva ventral, delante del campo de los aductores, se desarrollan fuertes troncos vasculares; el proceso cardinal es fundamentalmente bilobado, las crestas internas muy cortas y tendiendo a volverse hacia la charnela para encerrar las cavidades glenoideas, los anderidios mucho más abiertos (90° o más), fundidos al cardinalio e implantados sobre fuertes crestas; hay una clara tendencia a la formación de septos accesorios; las endospinas limitan netamente la cavidad visceral formando un cerco subperiférico en ambas valvas muy característico, con endospinas escasas y muy desarrolladas sobre las crestas internas y en los márgenes posterolaterales del campo muscular ventral, estas últimas alojándose en depresiones circulares de la otra valva.

Especies asignadas.—Sólo la especie-tipo.

Pradochonetes muelleri n. sp.

Fig. 9 d-t

- ? 1970a *Chonetes armatus* Bouchard; Puschmann, 324, tab. 2.
- v. 1980 *Longispina maillieuxi* (Rigaux); García-Alcalde (en Vergés), 16.
- . 1983 *Longispina maillieuxi* (Rig.); Julivert *et alt.*, 287.

Derivatio nominis.—Especie dedicada a Wilhelm Müller, geólogo alemán que realizó un excelente trabajo biostratigráfico sobre las faunas del Frasnense de Almadén.

Material y yacimientos.—Varios centenares de moldes de valvas disociadas, en general bastante deformados tectónicamente. Holotipo DPO 16690-I (Fig. 9 d-e), Paratipos DPO 16684 (Fig. 9 q-r), 16687-I (Fig. 9 s-t), 16689 (Fig. 9 k-l), 16693-IV (Fig. 9 m-n), 16696 (Fig. 9 i), 16698 (Fig. 9 j), 16700 y 16701 (Fig. 9 o-p), y ejemplares DPO 16687-II (Fig. 9 s), 16687-III, 16690-II (Fig. 9 d-e), 16691, 16693-I a III, V a VIII, 16697, 16699, 16821, 16826-I y II y 16827, procedentes de la localidad y estrato típicos.

Paratipos DPO 16683-I, 16688-I y 16694-I, y ejemplares DPO 16683-II a V, 16686, 16688-II a IV, 16694-II a XIV, y 16823 a 16825, procedentes del yacimiento V-102 (Fig. 2).

Paratipos DPO 16685-I y 16692 (Fig. 9 f-h), y ejemplares DPO 16685-I y III, procedentes del yacimiento MP-23 (Fig. 2).

Paratipos DPO 16695-I, VIII, X y XIII, y ejemplares DPO 16695-II a VII, IX, XI y XII, procedentes del yacimiento F-235 (Fig. 2).

Estrato y localidad típicos.—Pizarras y limolitas de color verde oscuro, alternando con materiales volcánicos retrabajados, características de la base del Grupo Superior Volcánico en el flanco meridional del Sinclinal de Almadén (Fig. 3). Yacimiento Camp. 81 (Fig. 2), localizado en el talud oriental de la carretera Almadén-San Martín de Valdeiglesias, hacia el Km 1,750.

Descripción.—Conchas pequeñas, débilmente concavoconvexas, transversas, de contorno subrectangular a semielíptico, con extremidades cardinales prolongadas en débiles orejetas. Anchura máxima situada en la charnela. La fuerte deformación tectónica del material impide medir con precisión sus parámetros. Las dimensiones medias se encuentran en torno a las del Holotipo, con una longitud de 6,2 mm y una anchura de 9,9 mm (índice L/1 variando entre 0,6 y 0,7).

La concha original estaba intensamente corrugada por finos elementos concéntricos y próximos, como se aprecia tanto en los moldes internos como en los externos (Fig. 9 i, r). Ornamentación radial regular, a base de cóstulas rectas, redondeadas, cuyo número crece por bifurcación en la valva ventral y por intercalación en la dorsal (Fig. 9 o, q, s). Dos a tres generaciones de cóstulas, cada una de ellas con elementos menos gruesos que la precedente. Espacios intercostulares más estrechos que las cóstulas. El número de cóstulas varía de 35 a 55 en ejemplares de longitud mayor de 4 mm; a una distancia de 5 mm del gancho ventral y en un espacio de 5 mm, en la región media de la valva, se cuentan alrededor de 20 cóstulas. Hacia los flancos posterolaterales, las cóstulas tienden a desvanecerse poco a poco.

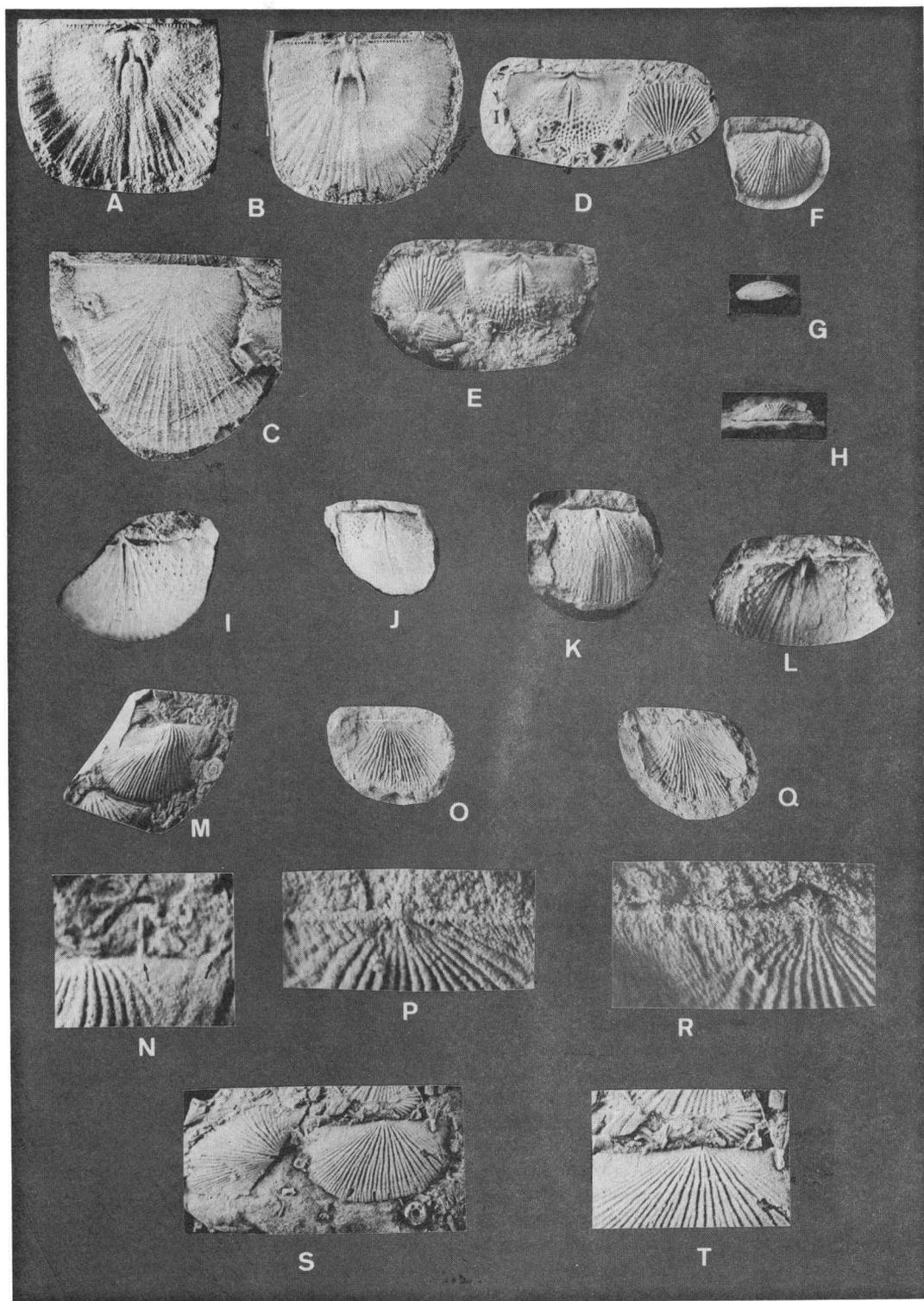
Valva ventral suavemente convexa, provista de una débil depresión media que se ensancha hacia delante (Fig. 9 f, h). Flancos posterolaterales algo deprimidos. Gancho pequeño, ancho, algo recurvado, sobresaliendo poco del borde de la valva. Espinas cardinales, en número de 2 ó 3 a cada lado del gancho, de tipo ortomorfo recto u ortomorfo algo oblicuo, con ángulo próximo a 90°. La deformación tectónica hace que en algunos moldes, las espinas de un lado tengan una orientación muy diferente que las del otro (Fig. 9 m, n, s, t). Interárea algo cóncava, apsaclina. Seudodeltidio fino y pequeño.

En el interior de la valva, se observan dientes cardinales libres, bien desarrollados, anchos y aplastados. Campo muscular bilobado, dividido por un miofragma bastante largo, alcanzando un tercio de la longitud de la valva; el extremo proximal del miofragma es muy alto y bastante

Fig. 9.—*Douvillina radiata* n. sp. A) Paratipo DPO 16760-III, molde interno dorsal. Yac. S-17b. B) Réplica en látex. C) Réplica en látex del Paratipo DPO 16759-IV, exterior de la valva dorsal. Yac. S-17b.

Pradochonetes muelleri n. gen. n. sp. D) Holotipo DPO 16690-I (izquierda), molde interno dorsal, acompañado del ejemplar DPO 16690-II, molde externo ventral. Yac. Camp 81. E) Réplica en látex. F-H) Vistas ventral, lateral y posterior de réplica en látex del Paratipo DPO 16692, valva ventral. Yac. MP-23. I) Detalle de la región posterolateral de un molde interno ventral, Paratipo DPO 16696, mostrando las corrugaciones concéntricas. Yac. Camp 81. J) Paratipo DPO 16698, molde interno ventral mostrando campo muscular y endospinas. Yac. Camp 81. K) Paratipo DPO 16689, molde interno ventral. Yac. Camp 81. L) Réplica en látex ilustrando la morfología del miofragma. M) Réplica en látex del Paratipo DPO 16693-IV, valva ventral mostrando espinas cardinales. Yac. Camp 81. N) Detalle del anterior. O) Réplica en látex del Paratipo DPO 16701, valva dorsal. Yac. Camp 81. P) Detalle del anterior mostrando el mióforo del proceso cardinal. Q) Réplica en látex del Paratipo DPO 16684, valva dorsal. Yac. Camp 81. R) Detalle del anterior mostrando el mióforo del proceso cardinal y las corrugaciones concéntricas. S) Réplica en látex del Paratipo DPO 16687-I (derecha) y del ejemplar DPO 16687-II valvas ventrales mostrando el tipo ornamental. Yac. Camp 81. T) Detalle del Paratipo anterior, mostrando varias espinas cardinales muy deformadas.

(Todas las figuras $\times 2$, salvo I, L, N y T: $\times 3,3$ y P y R: $\times 10$).



ancho, de contorno triangular aguzado hacia delante y, frecuentemente, con una depresión longitudinal en su techo (Fig. 9 i-j, l); a partir de la región posterior del campo muscular de los aductores, el miofragma pierde altura abruptamente hacia delante y se hace mucho más fino; el miofragma está fundido en la cavidad delirial con un espesamiento callotestario umbonal, bastante considerable. Huellas de los aductores pequeñas, estrechas, alargadas y ovales, situadas sobre áreas algo elevadas respecto a las huellas de los diductores. Estas últimas, son mucho más grandes que las otras, subtriangulares y estriadas radialmente. La superficie interna de la valva, en torno al campo muscular, suele reflejar algo la ornamentación externa. En los márgenes posterolaterales, existen fuertes endospinas separadas, no muy abundantes, que pueden llegar a extenderse también por los márgenes anterolaterales (Fig. 9 i-k). Vasos medios del angioglifo subparalelos.

Valva dorsal suavemente cóncava, aplanada en las regiones posterolaterales. Gancho muy reducido o inexistente. Interárea dos a tres veces más baja que la ventral, hiperclina. Quilidio menudo.

En el interior de la valva el proceso cardinal está proximalmente bilobado y distalmente trilobado (Fig. 9 p-r), con lóbulo medio no funcional, acoplándose en la región proximal del miofragma ventral, y mióforos laterales dirigidos posterodorsalmente. El proceso cardinal presente menudas expansiones marginales que recubren en parte las cavidades glenoideas. Delante del proceso cardinal, en un plano inferior, hay una elevación media, bien desarrollada, alta y larga (hasta dos tercios de la longitud total), situada anteriormente en el fondo de una estrecha depresión; hacia atrás, la elevación media tiende a ensancharse y a perder altura y suele quedar separada del mismo por una vaga depresión alveolar, como un verdadero brevisepito; este órgano, presenta un débil estrangulamiento delante del campo de los aductores, hacia donde debía situarse la abertura oral del lofóforo (Fig. 9 d-e). Crestas internas relativamente largas y estrechas, dominando el resto de la valva, divergiendo al principio, a partir del proceso cardinal, y situándose luego paralelamente a la charnela, ensanchándose y perdiendo altura hacia los flancos. Cavidades glenoideas estrechas y profundas, de fondo redondeado. Crestas externas finas y largas. Anderidios delgados

y cortos, independientes del cardinalio, formando entre ellos un ángulo de unos 60°. No hay septos accesorios. Huellas del par medio de aductores poco marcadas; huellas del par lateral, escasamente delimitadas, más grandes que las otras. Delante del campo muscular, a un lado y otro del brevisepito, se extienden sendas áreas braquiales reniformes y convexas, provistas de débiles endospinas. La región anteromedial de la valva, presenta fuertes endospinas, separadas y poco numerosas, alineadas radialmente, más desarrolladas cerca del margen anterior de las áreas braquiales. El interior de la valva refleja algo la ornamentación externa.

Discusión.—Ejemplares de *P. muelleri* n. sp., muy mal conservados, procedentes de su localidad típica, fueron clasificados anteriormente por uno de nosotros (García-Alcalde, in Vergés 1980), como *Longispina maillieuxi* (Rigaux), debido a la presencia de corrugaciones en la concha, tamaño y contorno similares, posesión de cortas orejetas, perfil suavemente cóncavoconvexo y existencia de una débil depresión media en la valva ventral. Nuevas colecciones han permitido observar la orientación de las espinas cardinales y la morfología interna de las valvas, que difieren de las de *L. maillieuxi*, según comprobamos con material topotípico de dicha especie; ésta, además, tiene una ornamentación radial con cóstulas intercalares en la valva ventral y bifurcantes en la dorsal, al revés que en *P. muelleri* n. sp.

El material procedente de los alrededores de Almadén, clasificado por Racheboeuf (1981) como *Striatochonetes ? goasquellensis* n. sp. es posible que se trate, en realidad, de ejemplares deformados de nuestra especie.

Las formas mencionadas por Puschmann (1970 a) en las capas superiores de Valmayor (Sinclinal de Herrera del Duque) como *Chonetes armata*, podrían corresponder, más bien, a nuestra especie, dada su situación estratigráfica.

Distribución estratigráfica y edad.—La especie es muy frecuente en toda la región de Almadén donde caracteriza la Biozona de su nombre. En Almadén se encuentra en el Grupo Superior Volcánico y aparece asociada con *Apousiella bouchardi* (Murchison) y una especie próxima a *Ripidiorhynchus ferquensis* (Rigaux), lo que sugiere una edad Frasnense correspondiente, quizá, a la Cronozona superior de *-asymmetricus* (ver Brice *et al.*, 1981; Brice 1982, Tab. I).

En Guadalmez, los ejemplares poseen en general

una ornamentación radial más fina y las orejetas están menos desarrolladas.

Orden RHYNCHONELLIDA Kühn, 1949
Familia indeterminada

Género *Cyphoterorhynchus* Sartenaer, 1964

Cyphoterorhynchus marianus (Verneuil y Barrande, 1855)

Fig. 10 a-i

- * 1855 *Terebratula Mariana*; Verneuil y Barrande, 68-69, lám. 29, fig. 8.
- . 1911 *Rhynchonella Stricklandi*; Groth, 231.
- ? 1929 *Camarotoechia mariana* (De Vern); Müller, 278 (*¿pars?*), lám. 2, fig. 7 a-e, g-h, k, ζ 7 f, l, i?
- . 1962 *Camarotoechia mariana*, Vern.-Barr.; Almela *et alt.*, 255, lám. 3.
- . 1967a *Camarotoechia mariana* (Verneuil); Puschmann, 389.
- . 1970a *Camarotoechia mariana* (Verneuil); Puschmann, 321-322, tab. 2.
- v. 1980 *Cyphoterorhynchus marianus* (Verneuil y Barrande); García-Alcalde (en Vergés), 16.
- . 1983 *Cyphoterorhynchus marianus* (Vern. y Barr.); Julivert *et alt.*, 287-288.

Material y yacimientos.—Millares de moldes externos e internos de valvas disociadas en general. Veintitrés ejemplares numerados, DPO 16671 (Fig. 10 f-i) y 16672 (Fig. 10 a-e), procedentes del yacimiento G-1 (Fig. 2).

Ejemplares DPO 16673, 16674, 16677, 16678, 16680, 16681 y 16805-I, del yacimiento G-7 (Fig. 2).

Ejemplares DPO 16675, 16682, 16817-16820, del yacimiento F-201 (Fig. 2).

Ejemplares DPO 16676-I y II y 16679, del yacimiento F-231 (Fig. 2).

Ejemplares DPO 16801 y 16802, del yacimiento G-6 (Fig. 2).

Ejemplares DPO 16803-I a III, del yacimiento V-255 (Fig. 2).

Descripción.—Conchas impuntuadas, de tamaño grande, longitudinalmente ovaladas o subpentagonales, con la anchura máxima hacia la mitad de la longitud o algo más hacia delante, muy dorsibiconvexas (Tabla IV). Sección

transversal semicircular. Comisura frontal uniplicada; bordes de la comisura cortantes en las regiones anterior y anterolaterales y muy obtusos en las laterales y posterolaterales (Fig. 10 d, e, g), fuertemente indentados por la intersección de las costillas.

Superficie de ambas valvas cubierta por numerosas costillas radiales, simples, bajas y subangulosas, que parten de los ganchos, separadas por espacios intercostales estrechos y agudos del mismo orden de magnitud que ellas. Las costillas se hacen más agudas hacia delante, especialmente en la parte media de ambas valvas. Salvo las más internas el resto de costillas son muy asimétricas, las de la valva ventral con flancos internos más desarrollados y las de la valva dorsal a la inversa. Los elementos radiales se hacen cada vez más finos hacia los lados, curvándose hacia las comisuras posterolaterales y acabando por ser casi imperceptibles. En el seno y en el pliegue medio dorsal existen costillas parietales, a veces difíciles de separar de las medias. La fórmula general es:

$$\text{cm } 6\text{-}7/5\text{-}6; \text{ cp } 2\text{-}1/2\text{-}1, \text{ ó } 1\text{-}2/1\text{-}2, \\ \text{ó } 2\text{-}2/2\text{-}2; \text{ cl } 12\text{-}15/13\text{-}16$$

El interior de ambas valvas refleja claramente la ornamentación externa.

Valva ventral mucho más baja que la dorsal, bastante aplanada, con la máxima profundidad en la región umbonal, y flancos posterolaterales doblados abruptamente hacia la comisura. Intérrrea muy reducida tanto en anchura como en altura. Gancho corto y curvo. Foramen y placas deltoidales no observados. Seno ancho y bastante profundo, de fondo cóncavo o aplanado, iniciándose hacia la mitad de la longitud, mal delimitado salvo en las proximidades del margen frontal, con ángulo de apertura de unos 40°; en el frente ocupa aproximadamente el 65 % de la anchura máxima de la valva. La región distal del seno forma una lengüeta semielíptica y, a veces, trapezoidal redondeada, baja (Fig. 10 d, g), dirigida anterodorsalmente (Fig. 10 c, i).

TABLA IV.—Medidas de algunos ejemplares (en mm)

Ejemplar	L	l	H	α	L/l
DPO 16671	39,1	35	25,5	120	1,11
DPO 16672	34	31,1	22,5	113	1,09
DPO 16674	27,1	21,5	17,2	120	1,26
DPO 16675	30	27,1	19,5	115	1,11

α : ángulo apical (en grados)

Interior de la valva ventral con collar peduncular bien desarrollado, surcado por una fina hendidura media. Lamelas dentales cortas y gruesas, terminando detrás del campo muscular; sus bases divergen suavemente en dirección anterior, hasta alcanzar las proximidades de las huellas de los ajustores laterales, donde se abren hacia los lados. En vista anterior, las lamelas están acodadas hacia el plano de simetría, con sus ramas proximales tendiendo a converger o subparalelas, y las ramas distales divergiendo claramente en dirección dorsal. Las lamelas soportan dientes cardinales cortos, con bordes internos denticulados. Cavidades apicales laterales reducidas.

Campo muscular ventral romboidal o espatulado, ocupando alrededor del 35 % de la longitud desarrollada y el 45 % de la anchura máxima de la valva, bien delimitado en los adultos, sobre todo posterolateralmente. Campo de los aductores lanceolado; huellas de los aductores largas y estrechas, ocupando la mitad o algo más de la longitud del campo muscular, divididas en dos regiones, la posterior más extensa, generalmente elevada sobre el fondo de la valva, con sendos surcos longitudinales bien marcados, y la anterior a nivel del fondo de la valva o algo excavada en ella, bastante mal delimitada por lo regular (Fig. 10 f). Campo de los diductores flabeliforme, rodeando completamente al de los aductores; huellas de los diductores mal individualizadas, prácticamente indistinguibles, surcadas por fuertes burletes radiales. En los márgenes posterolaterales del campo muscular, se adosan sendas huellas semielípticas, alargadas, correspondientes a los ajustores laterales, cuya longitud es similar a la de las huellas de los aductores posteriores y terminan algo detrás de ellas (Fig. 10 f). El campo muscular, en conjunto, está dividido por un miofragma medio, bajo y delgado, bien visible entre las huellas de los aductores, el cual suele quedar obliterado posteriormente bajo un macizo miotestario desarrollado delante del collar peduncular, en el que se prolonga la fina

incisión media del mismo; en dicha región suelen apreciarse, en algunos ejemplares, débiles impresiones lanceoladas que podrían corresponder a un ajustor medio dividido o a músculos diductores accesorios.

En torno a las partes posterolaterales del campo muscular, suelen existir menudos hoyuelos alargados radialmente, no muy numerosos, correspondientes al gonoglifo.

Impresiones de los vasos medios, generalmente bien visibles. El resto del angioglifo ventral se evidencia poco en los moldes internos.

Valva dorsal alta, regularmente convexa salvo en la región umbonal donde presenta una fuerte curvatura. Gancho doblado bajo el ventral. Máxima altura situada hacia la mitad de la longitud o algo más adelantada. Pliegue medio ancho, bajo de techo redondeado o aplanado, comenzando hacia la mitad de la longitud, a veces mal delimitado; en la región anterior, desciende en pendiente dulce hasta unirse con la lengüeta ventral (Fig. 10 c, i).

El interior de la valva dorsal (Fig. 10 e, h, j), muestra un septo medio fino y alto, cuya longitud representa el 40-50 % de la total desarrollada de la valva; dicho septo soporta en su parte posterior un septalio estrecho y profundo, cubierto anteriormente por un conectivo grueso y convexo. Plataforma cardinal con placas externas cóncavas, limitada por las altas crestas internas de las cavidades glenoideas. Cruras no observados en los moldes internos disponibles. Cavidades glenoideas cortas y denticuladas, bordeadas por crestas internas y externas bien desarrolladas.

Campo muscular extenso, de contorno acorazonado (Fig. 10 h) dividido por el septo medio y por un débil miofragma que se prolonga delante de él, mal delimitado salvo en algunos ejemplares adultos, iniciándose a una distancia del ápice dorsal equivalente a la cuarta parte de la longitud desarrollada, y terminando hacia la mitad de dicha longitud, con la anchura máxima similar a la longitud. Huellas del par posterior de aductores cuneiformes, curvadas anterolateramente.

Fig. 10.—*Cyphoterorhynchus marianus* (Verneuil y Barrande) A-E) Vistas ventral, dorsal, lateral, frontal y posterior del ejemplar DPO 16672, molde interno. Yac. G-1. F-I) Vistas ventral, frontal, dorsal y lateral del ejemplar DPO 16671, molde interno. Yac. G-1. *Cyphoterorhynchus domenechae* n. sp. J) Muestra DPO 16669, con varios moldes externos e internos. Los señalados con los números III, V, VIII, IX, X y XI son Paratipos. Yac. F-232. (Todas las figuras $\times 1$).

ralmente, ornadas por una profusa red de finas elevaciones ramificadas, encerrando en parte las huellas del otro par; huellas del par anterior de aductores, semielípticas y desprovistas de ornamentación.

Gonoglifo y angioglifo imperceptibles.

Variabilidad.—*C. marianus* presenta un amplio margen de variación en contorno, convexidad, número de costillas laterales, desarrollo del seno ventral y pliegue medio dorsal y definición del campo muscular. Las formas juveniles son menos globosas y mucho más equidimensionales que las adultas, y su seno ventral y pliegue medio dorsal están mucho menos marcados. En los adultos, la parte distal del pliegue medio desciende regularmente hacia la comisura, mientras en los jóvenes suele prolongarse casi paralelo al plano comisural. Los campos musculares están menos impresos en los juveniles que en los adultos.

Discusión.—Incluimos la especie en el género *Cyphoterorhynchus*, en base a los rasgos internos de la concha y a la morfología general de la región media de ambas valvas. Sin embargo, presenta algunas diferencias respecto a las formas asiáticas del género; por ejemplo, es menos globosa, seno y burrelete están mejor definidos y las costillas son mucho más asimétricas.

La comparación realizada con moldes en escayola de los tipos originales de *C. koraghensis* (Reed), que nos facilitó amablemente la Dra. D. Brice de la Facultad Católica de Lille (Francia), muestra además que dicha especie es más pequeña y transversa que *C. marianus* y su lengüeta sinal es más trapezoidal que la de la forma mariánica.

De *C. arpaensis* (Abramian, 1957) difiere también en la fórmula costal y sección de las costillas: la especie asiática posee mayor número de costillas medias, parietales y laterales y éstas son aplanadas y están separadas por espacios intercostales más estrechos que ellas.

La especie australiana *C. puteanus* (Veevers, 1959) es más globosa que la nuestra, presenta comisuras laterales y anterolaterales más altas, el seno se inicia antes y termina en una lengüeta trapezoidal y alta, y las costillas son mucho menos asimétricas que en *C. marianus*.

Müller (1929), señalaba como fórmula costal de *C. marianus*:

cm 4-6/5-7; cl 12-15

Esta divergencia respecto a la fórmula que faci-

litamos anteriormente puede deberse a la dificultad de separar las costillas medias de las parietales, o bien a que la fórmula de Müller se refiere más bien a ejemplares pertenecientes a la especie que describimos a continuación: *C. domenechae* n. sp.

Distribución estratigráfica y edad.—*C. marianus* caracteriza gran parte de la Biozona de *Cyphoterorhynchus* en la región mariánica. Su asociación con *Pycnospirifer* spp., *Ripidiorhynchus* aff. *barroisi* y *Apousiella* cf. *dorlodoti*, tiende a indicar una edad Frasnense para ella.

Cyphoterorhynchus domenechae n. sp.

Figs. 10 j, 11 a-i

? 1929 *Camarotoechia mariana* (De Vern); Müller, lám. 2, ¿figs. 7 f, i, l? (coet. excl.).

Derivatio nominis.—Especie dedicada a la Sta. Asunción Doménech Agramunt.

Material y yacimientos.—Cuarenta y seis ejemplares registrados y muchos otros moldes internos y externos de valvas, casi siempre disociadas. Holotipo DPO 16666 (Fig. 11 a-f), muestra DPO 16669 (Fig. 10 j) conteniendo los Paratipos DPO 16669-III, V (Fig. 11 h-i), VIII, IX, X y XII, y ejemplares DPO 16669-I, II, VI, VII, XI, XIII a XVIII, 16670-I a VIII, X, XII a XXIV y XXVII a XXXII, procedentes del estrato y localidad típicos.

Paratipos DPO 16667 (Fig. 11 g) y 16668, procedentes del yacimiento G-4 (Fig. 2).

Ejemplares DPO 16805-I, 16806-I y II, 16807-I, 16808-I, y 16809 a 16811, procedentes del yacimiento V-573 (Fig. 2).

Estrato y localidad típicos.—Paquete de areniscas y areniscas cuarcíticas, de colores blanco y anaranjado, situado unos metros por encima del techo de la Unidad 1 (Fig. 5), en el Sinclinal de Guadalmez. Yacimiento F-232 (Fig. 2).

Diagnóstico.—Especie de *Cyphoterorhynchus* de talla media, muy dorsibiconvexa, de contorno subpentagonal u ovalado, equidimensional o casi. Concha cubierta por costillas simples que nacen en los ápices de las valvas, aplanadas en la región posterior y subangulosas en la anterior, asimétricas. Costillas parietales presentes en ambas valvas. Fórmula costal:

cm 4-5/3-4; cp 1-1/1-1; cl 7-11/8-12

Seno ventral ancho, profundo, redondeado, iniciándose algo antes de la mitad de la longitud de la concha. Comisura frontal uniplegada, con lengüeta semielíptica. Comisuras cortantes en toda la concha. Lamelas dentales con bases débilmente divergentes, perpendiculares al fondo

TABLA V.—Medidas de algunos ejemplares (en mm)

Ejemplar	L	l	H	α	L/l
Holotipo DPO 16666	18,6	20,7	13,8	100	0,89
Paratipo DPO 16667	21	24,7	—	117	0,85
Paratipo DPO 16668	22	21,5	—	105	1,02

de la valva o algo acodadas hacia el plano de simetría. Pliegue medio dorsal bajo, redondeado, iniciándose algo antes de la mitad de la longitud de la concha y descendiendo en pendiente suave hasta unirse a la lengüeta ventral. Septalio soportado por un alto septo medio, cubierto anteriormente por un conectivo convexo. Campo muscular generalmente bien impreso.

Descripción.—Conchas impuntuadas, de tamaño medio, equidimensionales o algo transversas, con la anchura máxima situada un poco por delante de la mitad de la longitud, muy dorsibiconvexas y de contorno subpentagonal u ovalado (Tabla V). Sección transversal triangular redondeada (Fig. 11 d-e).

Comisura frontal uniplegada. Comisuras cortantes en toda la concha. Superficie cubierta totalmente por costillas radiales, numerosas, simples, partiendo de los ganchos, aplanadas en la región posterior y subangulosas y asimétricas hacia delante; están separadas por espacios intercostales estrechos y angulosos. En el seno ventral y en el pliegue medio dorsal, hay siempre costillas parietales en número limitado, a veces mal individualizables. La fórmula costal más frecuente es la proporcionada en el diagnóstico. En algunos ejemplares, los elementos radiales aparecen cortados por 2-3 fuertes líneas de crecimiento, próximas a la comisura (Fig. 11 f).

El interior de ambas valvas refleja la ornamentación externa.

Valva ventral mucho más baja que la dorsal, suavemente convexa en toda la superficie, con la máxima profundidad situada en la región umbonal. Interárea muy reducida en altura y en anchura. Gancho corto y curvo. Foramen y placas deltoidales no observadas debido al estado del material. Seno ventral profundo, netamente limitado por el primer par de costillas laterales; se inicia algo antes de la mitad de la longitud, abriéndose regularmente hacia delante según un ángulo próximo a 40° hasta ocupar en el frente entre el 50 y el 65 % de la anchura de la concha;

su región distal forma una lengüeta lanceolada, baja, dirigida anterodorsalmente.

El interior de la valva ventral (Fig. 11 a, e, g), muestra lamelas dentales cortas, gruesas, paralelas o algo divergentes, a veces algo acodadas hacia el plano de simetría, que delimitan sendas cavidades apicales laterales reducidas y una cavidad apical central mucho más amplia que las otras, en cuyo fondo se aprecia un collar peduncular bien desarrollado, con una fina hendidura media. Las lamelas soportan dientes cardinales largos, fuertes y denticulados.

Campo muscular (Fig. 11 g) espatulado, extendiéndose delante de la cavidad apical central un 35 % de la longitud desarrollada de la valva y un 35 % de su máxima anchura, bien delimitado lateralmente; huellas de los aductores cortas, ovaladas y estrechas, en general poco impresas e indiferenciadas, separadas por un fino miofragma ocupando algo menos de la mitad de la longitud del campo muscular; posteriormente, están limitadas por un macizo miotestario bastante alto y grueso, extendido delante del collar peduncular, en el que se prolonga la fina incisión media del mismo. Campo de los diductores flabeliforme, rodeando completamente al de los aductores, poco definido en su margen anterior; huellas de los diductores mal individualizadas, prácticamente indistinguibles unas de otras, surcadas por burreletes radiales. En los márgenes posterolaterales del campo muscular existen huellas lenticulares, de longitud similar a la de los aductores pero terminando detrás de ellas, correspondientes a los ajustores laterales.

Gonoglifo y angioglifo imperceptibles.

Valva dorsal alta, muy inflada umbonalmente, con gancho fuertemente recurvado. Máxima altura situada hacia la mitad de la longitud. Pliegue medio bajo, iniciándose en la mitad de la longitud o algo antes, con techo subanguloso, inflexionado claramente en dirección anterior hasta unirse con la lengüeta ventral.

El interior de la valva dorsal (Fig. 11 b, h, i),

presenta un septo medio, fino y alto, cuya longitud representa casi el 50 % de la total desarrollada de la valva; en su parte posterior el septo medio soporta un septalio estrecho y profundo, cubierto en su parte anterior por un robusto y convexo conectivo, que se prolonga más allá de la cavidad septalial (Fig. 11 h, i). Plataforma cardinal con placas externas cóncavas, limitadas por altas crestas internas. Bases crurales fuertes; cruras no observados en los moldes internos disponibles. Cavidades glenoideas triangulares y largas, de fondo aplanado y denticulado, bordeadas por crestas externas e internas, estas últimas muy altas y recubriendo en parte las fosetas.

Campo muscular totalmente similar al descrito para *C. marianus*, aunque más débilmente impreso.

Variabilidad.—*C. domenechae* n. sp. presenta un amplio margen de variación en número de costillas laterales, ángulo apical y profundidad y amplitud del seno. El pliegue medio dorsal puede estar más o menos acuminado según los individuos y las huellas de los aductores dorsales no siempre se marcan en el interior de la valva. Existen también variaciones sensibles en la convexidad de la valva dorsal. Los ejemplares neánicos suelen tener el seno ventral y el pliegue medio dorsal tan poco marcados, que la comisura frontal es prácticamente rectimarginada.

Discusión.—Los autores anteriores, integraron posiblemente en el concepto de *C. marianus*, formas pertenecientes a *C. domenechae* n. sp. Concretamente, uno de los ejemplares figurados por Müller (1929, lám. 2, figs. 7 f, i, l) podría pertenecer a nuestra especie, dado su aspecto general y número de costillas.

C. koraghensis, se parece a *C. domenechae* n. sp. en el tamaño y contorno (sobre todo las variedades *pentagonalis* y las típicas), pero se diferencia en la forma trapezoidal de la lengüeta, en que presenta menos costillas medias y laterales (más estrechas y simétricas que las de nuestra especie), tiene sección transversal semielíptica y su seno ventral y pliegue medio dorsal tienen menor desarrollo y están peor definidos.

La menor talla, el carácter equidimensional o transverso de la concha y el número más pequeño de costillas parietales, medias y laterales, separan nuestra especie de *C. arpaensis* y de *C. marianus*. Esta última especie presenta, además, huellas de los aductores ventrales diferenciadas en dos regiones y, en general, una mejor definición de los campos musculares que *C. domenechae* n. sp., y sus lamelas dentales están más intensamente acodadas en dirección al plano de simetría.

De *C. puteanus*, se separa en el contorno, perfil y fórmula costal, así como en el grado de desarrollo y definición del seno y del pliegue medio.

Distribución estratigráfica y edad.—La especie caracteriza la parte alta de la Biozona de *Cyphoterorhynchus* en los Sinclinales de Almadén y Guadalmez, cuya edad, de acuerdo con las faunas acompañantes, sería Frasnense.

Orden SPIRIFERIDA Waagen, 1883

Familia MUCROSPIRIFERIDAE Pitrat, 1965
(emend. Carter, 1972)

Género *Apousiella* Carter, 1972

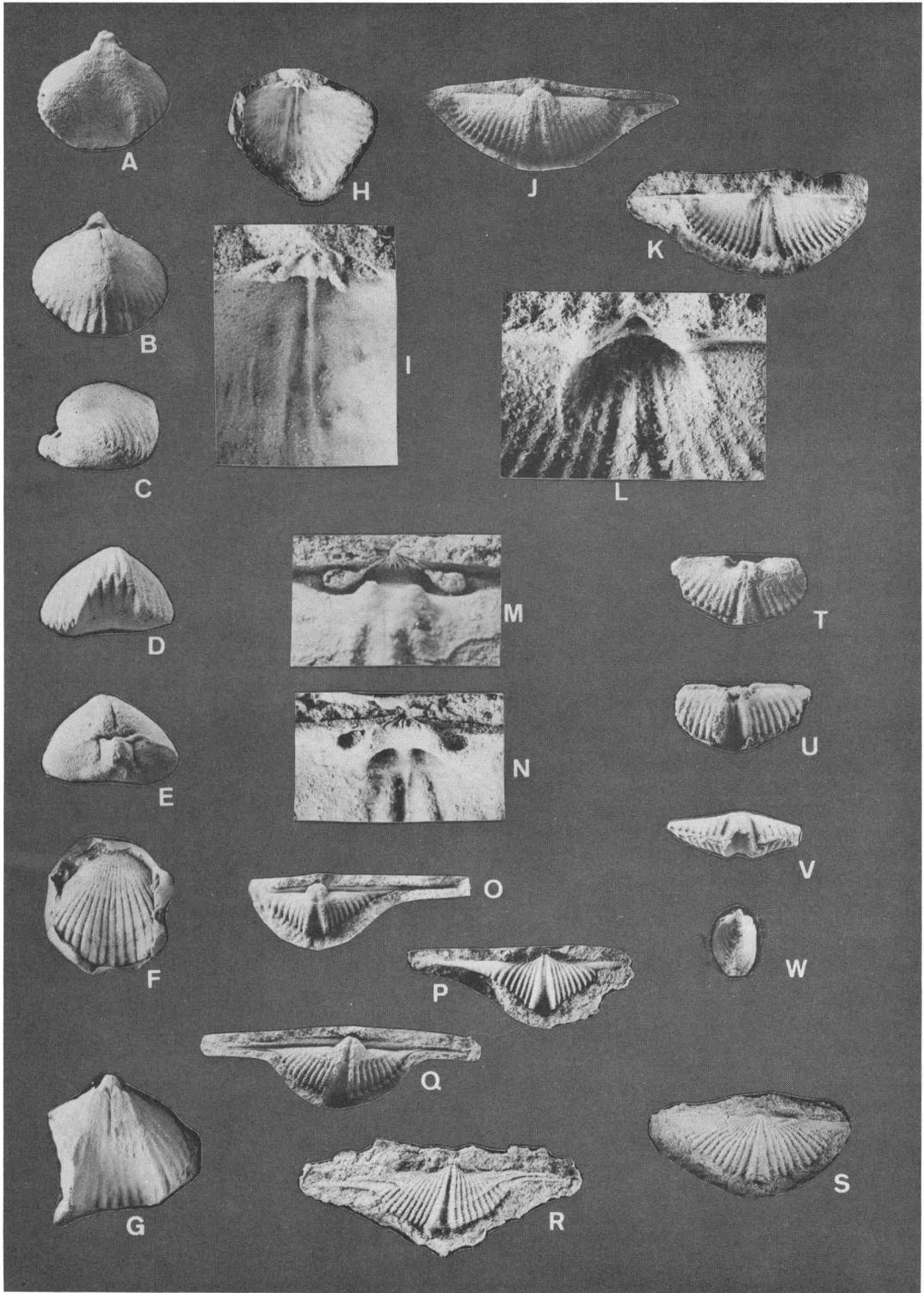
Apousiella almadenensis n. sp.

Fig. 11 j-w

± 1855 *Spirifer Bouchardi*; Prado, 11.

Fig. 11.—*Cyphoterorhynchus domenechae* n. sp. A-E) Vistas ventral, dorsal, lateral, anterior y posterior del Holotipo DPO 16666, molde interno. Yac. F-232. F) Réplica en látex del exterior ventral del Holotipo mostrando la ornamentación. G) Paratipo DPO 16667, molde interno ventral mostrando el campo muscular. H) Réplica en látex del Paratipo DPO 16669-V, valva dorsal mostrando la morfología del cardinalio y del septo medio. Yac. F-232. I) Detalle del ejemplar anterior. *Apousiella almadenensis* n. sp. J) Holotipo DPO 16631-I, molde interno ventral. Yac. MP-30. K) Réplica en látex. L) Detalle del campo muscular y de la región apical del Holotipo. M) Paratipo DPO 16638-I, molde interno dorsal (detalle). Yac. S-14. N) Réplica en látex mostrando la morfología del cardinalio. O) Paratipo DPO 16659, molde interno ventral de un ejemplar juvenil con el borde anterior algo dañado, mostrando el gran desarrollo de los mucrones. Yac. S-17b. P) Réplica en látex. Q) Paratipo DPO 16664, molde interno ventral de un ejemplar juvenil. Yac. A-116 de Almela *et alt.* (1962, Cerro Miramontes). R) Réplica en látex. S) Réplica en látex del Paratipo DPO 16645-I, valva dorsal. Yac. MP-29. T-W) Vistas dorsal, ventral, frontal y lateral del Paratipo DPO 16634-I, molde interno algo dañado. Yac. S-13b.

(Todas las figuras × 1, salvo I, L, M y N: × 3,3).



- ± 1855 *S. Bouchardi*, Murch; Verneuil y Barrande, 77.
 ? 1929 *Spirifer bouchardi* Murch.; Müller, 261-264, 276 (*pars*), lám. 3, figs. 10 a-c (*coet. excl.*).
 ± 1962 *Mucrospirifer bouchardi*, Murch.; Almela *et alt.*, 36, 38-40, 50, 52, 53, 55-56, 59, 61.
 ± 1967 *Mucrospirifer bouchardi*; Llopis-Lladó *et alt.*, 181-182.
 ± 1967a *Mucrospirifer bouchardi* (Murchison); Puschmann, 389.
 ? 1970a *Mucrospirifer bouchardi* (Murch.); Puschmann, 321-322 (*pars*), tab. 2, fig. 8.
 v. 1980 *Apousiella almadenensis* n. nud.; Vergés, 16.
 v. 1980 *Apousiella almadenensis* nom. nud.; García-Alcalde (en Vergés), 13.
 ± 1983 *Apousiella bouchardi* (Murch.); Julivert *et alt.*, 288.

Derivatio nominis.—De Almadén, población minera de la provincia de Ciudad Real, próxima a la localidad tipo de la especie.

Material y yacimientos.—Numerosísimos moldes internos y externos de valvas disociadas en general. Holotipo DPO 16631-I (Fig. 11 j-l) y ejemplares DPO 16631-II y III, procedentes de la localidad y estrato típicos.

Paratipo DPO 16634-I (Fig. 11 t-w) y ejemplares DPO 16634-II y III, del yacimiento S-13 b (Fig. 2).

Paratipos DPO 16636-I y II, 16638-I (Fig. 11 m-n) y 16643, y ejemplares DPO 16636-III y IV, 16637 y 16638-II, del yacimiento S-14 (Fig. 2).

Paratipos DPO 16644-I a III y 16659 (Fig. 11 o-p), y ejemplares DPO 16644-IV y 16663, procedentes del yacimiento S-17 b (Fig. 2).

Paratipo DPO 16645-I (Fig. 11 s), y ejemplares DPO 16645-II procedentes del yacimiento MP-29 (Fig. 2).

Paratipo DPO 16646, del yacimiento S-20 (Fig. 2).

Paratipos DPO 16648 y 16651, y ejemplares DPO 16647-I a III, 16649-I, 16650-I y II y 16652-II, del yacimiento MP-10 (Fig. 2).

Paratipo DPO 16654 y ejemplares DPO 16653-I y II y 16665, del yacimiento V-572 (Fig. 2).

Paratipos DPO 16656-I y II, y ejemplares DPO 16655-I a III, del yacimiento V-574 (Fig. 2).

Paratipo DPO 16661-I y ejemplares DPO 16662-I y II, del yacimiento S-13 mt (Fig. 2).

Paratipo DPO 16664 (Fig. 11 q-r), del yacimiento A-116 de Almela *et alt.*, 1962.

Ejemplar DPO 16632, del yacimiento S-10 (Fig. 2).
 Ejemplares DPO 16633-I a III, del yacimiento S-12 (Fig. 2).

Ejemplares DPO 16639 a 16642, del yacimiento S-17a (Fig. 2).

Ejemplares DPO 16657-I y II, del yacimiento MP-14 (Fig. 2).

Ejemplar DPO 16658, del yacimiento S-18 (Fig. 2).

Estrato y localidad típicos.—Areniscas y cuarcitas, de colores amarillentos y rojizos, correspondientes a la Unidad 2 (Fig. 3), en el flanco norte del Sinclinal de Almadén. Yacimiento MP-30 (Fig. 2), situado unos 700 m al sur del Km 6 de la carretera Almadén-San Martín de Valdeiglesias.

Diagnóstico.—Especie de talla media o grande para el género, algo ventribiconvexa, muy transversa y de contorno semielíptico. Comisuras posterolaterales intersectando el borde cardinal en ángulo agudo o muy agudo. Extremos cardinales prolongados en largos mucrones. Seno ventral con una costilla media en el fondo. Pliegue dorsal recorrido por una hendidura media, más o menos fuerte. Comisura frontal episurcada. Flancos cubiertos por costillas simples, redondeados, en número de 24-28 en los adultos, separadas por espacios intercostales algo más estrechos y agudos.

Descripción.—Conchas impuntuadas, de tamaño medio o grande, muy transversas, megatíridas y aliformes, ligeramente ventribiconvexas, de contorno semielíptico (Tabla VI). Comisura frontal episurcada que tiende, en algunos adultos, a ser surcoplegada. Comisuras laterales rectas o suavemente arqueadas en dirección dorsal. En vistas ventral y dorsal, las comisuras posterolaterales inciden con el eje cardinal, se-

TABLA VI.—Medidas de algunos ejemplares (en mm)

Ejemplar	L	l	H	L/l
Holotipo DPO 16631-I	12,1	26,4	—	0,45
Paratipo DPO 16651	10	27,8	—	0,36
Paratipo DPO 16636-I	10,9	32,7	—	0,30
Paratipo DPO 16654	—	—	7,1	—
Paratipo DPO 16643	11,3	—	5,6	—
Paratipo DPO 16656-I	9,3	22,2	—	0,41
Paratipo DPO 16659	7,9	18	—	0,43
Paratipo DPO 16664	10,1	21,7	—	0,46

gún un ángulo de 50° a 60°, que puede llegar a 70° en ejemplares maduros (Fig. 11 j). Extremidades cardinales proyectadas hacia los lados en mucrones aciculares, muy largos, representando a veces hasta el 50 % de la anchura total de la concha (Fig. 11 p-q).

Flancos cubiertos por costillas altas, simples, redondeadas, subradiales, en número de 24 a 28, naciendo a lo largo de los bordes de las valvas (Fig. 11 o-s); todas las costillas, salvo las más externas y las que bordean el seno, son de parecido tamaño; aquellas tienden a desvanecerse hacia los ángulos cardinales, mientras que éstas son casi siempre más altas y gruesas que el resto. Las costillas están separadas por espacios intercostales más estrechos que ellas, de fondo anguloso o subanguloso, de desarrollo similar en toda la concha, salvo a ambos lados del pliegue medio dorsal, donde son más fuertes que el resto. La ornamentación subradial se refleja claramente en el interior de la concha. En el exterior, todos los elementos están cortados por lamelas de crecimiento imbricantes, numerosas, regularmente espaciadas, desprovistas de microornamentación espinosas o capilar (Fig. 11 r).

Valva ventral regularmente convexa, con región umbonal abombada y máxima altura hacia el tercio posterior de la longitud, algo más gruesa que la valva dorsal. Flancos suavemente convexos hasta las proximidades de los mucrones, donde tienden a aplanarse e, incluso, a hacerse cóncavos. Gancho pequeño, poco curvado. Seno iniciándose prácticamente en el ápice de la valva, ocupando en el frente el 14 % de la anchura (exceptuados los mucrones), bastante profundo, de fondo aplanado, ocupado por una costilla estrecha, alta y redondeada (Fig. 11 p); el seno está bien definido por el primer par de costillas laterales, que dominan en altura al resto de elementos radiales de los flancos. Interárea baja (relación altura-longitud = 1 : 11), apsaclina, de bordes casi paralelos, ligeramente cóncava, ornada por finas estrías longitudinales, no denticulada. Deltirio abierto en los ejemplares observados, pero provisto seguramente en el organismo vivo de un aparato deltidial, dada la presencia cerca de los bordes del deltidio de burreletes y ranuras deltidiales (Fig. 11 l); ángulo deltidial igual o algo superior a 90°.

Interior de la valva ventral presentando un cojinete septal desarrollado en la parte posterior

de la cavidad apical central, prolongándose a veces en una pequeña elevación media (Fig. 11 l). Dientes cardinales aplanados, de sección triangular, unidos lateralmente a la valva por un cuello estrecho, con bases surcadas para recibir los extremos ventrales de las crestas internas (*inner socket ridges*). Los dientes no están soportados por lamelas dentales; en su lugar, se aprecia a veces un espesamiento grosero de la concha, bordeando lateralmente al campo muscular (Fig. 11 l).

Campo muscular relativamente bien impreso (Fig. 11 k-l, o), de contorno romboidal a pentagonal. Huellas de los aductores longitudinalmente ovaladas y estrechas, ocupando en parte la cavidad umbonal y en parte fuera de ella, implantadas sobre una elevación que representa el reflejo interno del seno medio, y separadas por un fino miofragma. Huellas de los diductores más grandes, triangulares, flanqueando a las de los aductores, ornadas por burreletes radiales y por finas estrías transversas irradiando de las proximidades del plano de simetría hacia los lados. En los ángulos posterolaterales del campo muscular, bajo los dientes cardinales, existen impresiones, oscuras y mal definidas, ovaladas y cortas, que interpretamos como huellas de los ajustores laterales.

Valva dorsal suavemente convexa, con la máxima altura en el tercio posterior de la longitud. Flancos suavemente convexos cerca del pliegue medio, tendiendo a hacerse cóncavos hacia los márgenes posterolaterales. La región umbonal apenas sobrepasa el borde posterior de la valva. Gancho dorsal menudo, casi imperceptible. Pliegue medio estrecho, bajo y aplanado, con ángulo de apertura de unos 20°-25°, recorrido por una hendidura estrecha y poco profunda (Fig. 11 s); el pliegue está bien definido entre un par de surcos más anchos y profundos que los espacios intercostales adyacentes. Interárea muy baja, linear, anaclina. Nototirio aparentemente abierto; ángulo nototirial de 90° a 100°.

En el interior de la valva dorsal (Fig. 11 m-n), tanto las crestas internas, muy divergentes y recurvadas hacia el borde cardinal, delimitando las cavidades glenoideas, como el proceso cardinal, integrando unas 15 laminillas verticales, muy finas, están apoyados en un macizo callostario bien desarrollado (Fig. 11 m-n), algo proyectante sobre el fondo de la valva, sin que se aprecie la existencia de *tabellae*. Bases cru-

rales y aparato braquial no observado en el material disponible. Cavidades glenoideas profundas, triangulares en sección o en forma de gota cuando se observan en moldes internos, limitadas anterior y posteriormente por crestas internas y externas, aquellas mucho más altas y robustas que éstas (Fig. 11 n).

Campo muscular de los aductores, estrecho y alargado, mal definido, situado en la depresión que representa el reflejo interno del pliegue medio; posteriormente está limitado por un área miotestaria elevada, donde se implantarían los ajustores laterales (Fig. 11 m-n). Todo el conjunto de huellas, está dividido por un miofragma que se proyecta de la plataforma nototirial, alto y grueso entre los ajustores y fino y bajo entre los aductores.

Variabilidad.—El margen de variabilidad de *A. almadenensis* n. sp. es bastante amplio. Los ejemplares juveniles suelen ser más ventribiconvexos que los adultos, y sus comisuras laterales forman un ángulo más agudo con el eje cardinal. Por otra parte, las costillas que bordean el seno y los surcos que delimitan el pliegue medio dorsal, suelen ser mucho más fuertes que los otros elementos similares en los ejemplares juveniles. Entre los adultos se distinguen, además:

a) Formas con la valva ventral regularmente convexa, interárea ventral muy baja y aplanada y campo muscular poco excavado, y

b) Formas con valva ventral muy convexa, interárea ventral bastante alta y cóncava y campo muscular fuertemente excavado.

Estas diferencias podrían indicar un dimorfismo, quizá de tipo sexual, pero de momento carecemos de datos para garantizarlo.

Discusión.—La atribución de la especie al género *Apousiella* Carter, 1972 (*emend.* Brice, en Brice *et al.* 1978, pp. 335-336), reposa en la forma, contorno y ornamentación de la concha, característica disposición episurcada de la comisura frontal y en la morfología interna de ambas valvas, con crestas internas sin *tabellae* y lamelas dentales ausentes.

Los autores anteriores incluyeron seguramente nuestra especie en el concepto de *A. bouchardi* (Murchison). Material topotípico de

esta última especie a nuestra disposición, se parece a ciertas formas jóvenes de *A. almadenensis* n. sp. en el contorno y convexidad de las valvas, pero se diferencian en general por la talla, número de costillas (16 a 18 frente a las 24 a 28 de nuestra especie) y desarrollo menor de la costilla situada en el fondo del seno ventral.

Ejemplares topotípicos de *Apousiella belliloci* (Rigaux), de las colecciones del Departamento de Paleontología de Oviedo, muestran tamaño y número de costillas similar (o algo menor) que nuestra especie, pero difieren marcadamente en el contorno trapezoidal, con lados cóncavos y en la menor convexidad de las valvas, especialmente la dorsal; además, las partes anterolaterales de la valva dorsal se incurvan fuertemente hacia la comisura, de manera característica para la especie, destacando el bajo pliegue medio.

A. dordodoti (Rigaux) es de talla menor, más equidimensional, de contorno subrectangular, con ángulo de incidencia de las comisuras laterales con el eje cardinal casi recto; además, tiene menos costillas y las que delimitan el seno ventral son similares a las siguientes.

«*Spirifer*» *comprimatus* Schlotheim (*sensu* C. F. Roemer 1844), es una forma próxima a *A. belliloci*, con valva dorsal muy aplanada, flancos umbonales cóncavos y contorno trapezoidal con lados cóncavos y rectos, caracteres que la separan de nuestra especie.

En las mismas capas donde aparecen individuos típicos de *A. almadenensis* n. sp. y más arriba, hay formas que designamos provisionalmente como *A. cf. almadenensis*, algo más aladas, con 18 a 20 costillas en cada flanco, más estrechas que las de *A. almadenensis* n. sp. en relación a la anchura de la concha.

Distribución estratigráfica y edad.—*A. almadenensis* n. sp. tipifica la Biozona de su nombre, de amplia distribución en la zona de Almadén. Junto a ella, aparecen formas muy próximas, sino idénticas, a *Adolfia* (?) *acutosinu* (Bouchard) y *A. faniensis* (Mailieux). Esto permite una correlación con la Biozona 2 de Brice *et al.* (1976) que, de acuerdo con dichos autores podría corresponder a la Cronozona media de *-asymmetricus*, del Frasnense.

AGRADECIMIENTOS

El Dr. don Miguel Soler y el equipo geológico de Minas de Almadén y Arrayanes nos ayudaron y alentaron durante la fase de campo de este trabajo, criticando constructivamente los resultados.

La doctora Denise Brice, de la Universidad Católica de Lille (Francia), nos envió moldes en escayola del material original de la especie-tipo de *Cyphoterorhynchus*, *C. koraghenesis* (Reed) y ejemplares calcificados de la misma.

Nuestros compañeros del Departamento de Paleontología de Oviedo, Miguel Arbizu (trilobites), Susana García-López (conodontos), Luis C. Sánchez de Posada (ostrácodos), Francisco Soto (corales) y Montse Truyóls (tentaculítidos), determinaron los fósiles de sus respectivas especialidades y nos facilitaron valiosas indicaciones sobre su distribución y edad.

A todos ellos: muchas gracias.

BIBLIOGRAFIA

- Almela, A., Alvarado, M., Coma, J., Felgueroso, C. y Quintero, I. (1962).—Estudio geológico de la región de Almadén. *Bol. Inst. Geol. Min. España*, 73, 197-327.
- Babin, C., Goujet, D., Lardeux, H., Lejal-Nicol, A., Lethiers, F., Morzadec, P., Plusquellec, Y. y Weyant, M. (1976).—La Formation des Schistes de Porsguen (Dévonien Supérieur de la Rade de Brest, Massif Armoricain). Lithologie, flore, faune. *Ann. Soc. Geol. Nord.*, 96 (4), 333-346.
- Blachère, H. (1978).—Etude géologique et minière de la région de Chillon el Borracho (Synclinal d'Almaden) Ciudad Real, Espagne. *Trav. Lab. Geol. Struct. Appl. Univ. Orsay*, thèse ronéo, 156 pp.
- Brice, D. (1970).—Etude paléontologique et stratigraphique du Dévonien de l'Afghanistan. *Not. Mém. sur le Moy. Orient (Mus. Nat. Hist. Nat. Paris)*, 11, 364 pp.
- (1977).—Biostratigraphie du Dévonien d'Afghanistan. *Mém. Soc. Géol. France*, n. ser., 8, 267-276.
- (1982).—Comments on the distribution of some selected brachiopods for the latest Givetian and early Frasnian periods in the Boulonnais (Ferques) and the Massif Armoricain (Rade de Brest). *Pap. on Frasn.-Giv. Boundary Geol. Surv. Belgium*, pp. 5-16.
- , Bultynck, P., Colbeaux, J. P., Lethiers, F., Mistaen, B., Rohart, J. C. y Bigey, F. (1976).—Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. Géol. Nord*, 96, 135-155.
- , Deunff, J., Loboziak, S. y Streel, M. (1978).—Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. Géol. Nord*, 98, 325-344.
- , Coen, M., Loboziak, S. y Streel, M. (1981).—Précisions biostratigraphiques relatives au Dévonien Supérieur de Ferques (Boulonnais). *Ann. Soc. Géol. Nord*, 100, 307-324.
- Carter, J. L. (1972).—Two new genera of lamellose Spiriferacean brachiopods. *Journ. Pal.*, 46 (5), 729-734.
- Ciry, G. (1936).—Contribution à l'étude géologique de la région d'Almadén. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 36, 295-300.
- Clausen, C. D. (1968).—Das Nehden in der Büdesheimer Teilmulde (Prümer Mulde/Eifel). *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, 16, 205-232.
- García-Alcalde, J. L. (1973).—Braquiópodos devónicos de la Cordillera Cantábrica. 7) Familia Leptostrophiidae Caster, 1939 (Stropheodontacea). Parte 2 (y última). *Brev. Geol. Ast.*, 17 (3), 43-48.
- , Arbizu, M. A., Pardo, M. V. y García-López, S. (1984).—El límite Devónico-Carbonífero en el área de Guadalmez-Santa Eufemia (Provs. de Ciudad Real y Córdoba, Sierra Morena, España). *Coms. I Congr. Esp. Geol.*, 1, 421-430.
- y Martínez Chacón, M. L. (1978).—La génesis del koskinoide en Braquiópodos Articulados. *Rev. Fac. Cienc. Univ. Oviedo*, 17-18-19, 261-272.
- Groth, J. (1911).—Sur le Primaire de la Sierra Morena. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 152 (1), 231-232.
- (1914).—Les schistes à Goniátites de Guadalmez. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 158, 23-47.
- Harper, C. W. y Boucot, A. J. (1978).—The Stropheodontacea, Part II. Douvilliniidae, Telaeshaleriidae, Amphistropiidae and Shaleriidae. *Palaontographica*, 161 (4-6), 119-175.
- Julivert, M., Truyóls, J. y Vergés, J. (1983).—El Devónico del Macizo Ibérico. En: *Geología de España*, Libro Jubilar J. M. Ríos, *Inst. Geol. Min. España*, 1, 265-311.
- Lauret, J. (1974).—Recherches géologiques et minières dans la région d'Almaden-Almadenejos (Espagne). *Univ. Paris Sud (Centre d'Orsay)*, thèse ronéo, 150 pp.
- Lotze, F. (1945).—Zur gliederung der varisziden der Iberischen Meseta. *Geotek. Forsch.*, 6, 78-92.
- Lozac'h, Y. y Vidal, M. (1976).—Etude géologique de la terminaison occidentale de la vallée de l'Alcudia. Province de Badajoz, Espagne. *Trav. Lab. Géol. Struct. Appl. Univ. Orsay*, thèse ronéo, 160 pp.
- Llopis-Lladó, N., Villalta, J. F., Cabanas, R., Peláez-Prunedá, J. R. y Vilas, L. (1967).—Le Dévonien de l'Espagne. *Int. Symp. Dev. Syst. Calgary*, 1, 171-187.
- Müller, W. (1929).—Die fauna der Frasnies-Stufe bei Almadén (Sierra Morena, Spanien). *Abh. Senck. Naturf. Ges.*, 41 (5), 243-282.
- Paeckelmann, W. (1942).—Beiträge zur kenntniss devonischer Spiriferen. *Abh. Reich. f. Bodenf.*, N. F., 197.
- Pardo, M. V. y García-Alcalde, J. L. (1984).—El Devónico de la región de Almadén (Ciudad Real, España). *Coms. I Congr. Esp. Geol.*, 1, 473-482.
- Parga-Pondal, I., Parga-Peinador, J. S., Vegas, R. y Marcos, A. (Eds.) (1982).—Mapa Xeolóxico do Macizo Hespérico E. 1 : 500.000. *Publ. Area Xeol. Min. Seminario Est. Galegos*.
- Peran, M. (1971).—Contribution à l'étude de la géologie de la région de Venta de los Santos (Jaén), Espagne. *Trav. Lab. Geol. Struct. Appl. Univ. Orsay*, thèse ronéo, 73 pp.
- Poupon, G. y Tamain, G. (1969).—Les Quartzites Campana et le Neo-Dévonien Est-Marianique (Espagne). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 268, 475-478.
- Prado, C. de (1855).—Mémoire sur la géologie d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède. *Bull. Soc. Géol. France*, 12 (2), 1-24.
- Puschmann, H. (1967 a).—Das Paläozoikum im Gebiet Zwischen Don Benito und Torrecampo (Sierra Morena, Spanien). *Geol. Mijnbouw*, 46, 383-391.

- (1967 b).—Zum problem der Schichtlücken im Devon der Sierra Morena (Spanien). *Geol. Rundsch.*, 56, 528-542.
- (1970 a).—Das Paläozoikum der Nördlichen Sierra Morena am Beispiel der Mulde von Herrera del Duque (Spanien). *Geol. Dtsch.*, 19 (3), 309-329.
- (1970 b).—Eine Paläogeographie des Devons auf der Iberischen Halbinsel. *Zeit. deut. geol. Ges.*, 120, 107-118.
- Racheboeuf, P. R. (1978).—Chonetacea (Brachiopodes) du Dévonien du Boulonnais (Nord de la France). *Ann. Soc. Géol. Nord*, 98, 247-261.
- (1981).—Chonetacés (Brachiopodes) Siluriens et Dévoniens du Sud-Ouest de l'Europe. *Univ. Bret. Occid. Brest*, 294 pp.
- (1983).—*Frankiella* n. g., nouveau brachiopode Chonetacea de l'Eifelien du Massif Schisteux Rhénan (Allemagne) et du Massif Armoricaïn (W France). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 10, 605-613.
- Reed, F. R. C. (1922).—Devonian fossils from Chitral and Pamirs. *Mem. Palaeont. Indica*, Calcuta, n. s., 6 (2), 1-134.
- Rigaux, E. (1873).—Notes pour servir à la géologie du Boulonnais. 1.—Description de quelques brachiopodes du terrain Dévonien de Ferques. *Mém. Soc. Acad. Boulogne-s-Mer*, 5 (1), 47-60.
- (1892).—Notice géologique sur le Bas Boulonnais. *Mém. Soc. Acad. Boulogne-s-Mer*, 14, 1-108.
- (1908).—*Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes*. Mlle. Deligny, Boulogne-sur-Mer, 33 pp.
- Ríos, L. M., Orche, E., Marín, F. y Lanaja, J. M. (1975).—Investigación geológica de la zona de Guadalmez-Alamillo. *Gr. Trab. Cát. Geol. Esc. Tecn. Ing. Minas Madrid*, 81 pp. (inédito).
- Rodríguez-Fernández, L. R., García-Alcalde, J. L. y Menéndez, J. R. (in litt.).—Las series del Devónico Superior-Carbonífero Inferior y la evolución estructural del Sinclinal de Alba (León, NO de España). *Coms. X Congr. Int. Estr. Geol. Carbonífero*, Madrid, 1983.
- Sandberger, G. y Sandberger, F. (1850).—*Die versteineringen des rheinischen schichtensystems in Nassau*. Kreidel & Niedner, 564 pp.
- Sartenaer, P. (1966 a).—*Ripidiorhynchus*, nouveau genre de Brachiopode Rhynchonellide du Frasnien. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belgique*, 42 (30), 15 pp.
- (1966 b).—Frasnian Rhynchonellida from East Iran. Part II. Frasnian Rhynchonellida from the Ozbak-Kuh and Tabas regions (East Iran). *Geol. Surv. Iran*, 6, 25-53.
- Saupé, F. (1973).—La géologie du gisement de mercure d'Almadén (province de Ciudad Real, Espagne). *Mém. Sci. Terre Nancy*, 29, 342 pp.
- Soldevilla, J. (1983).—Estudio geológico estructural de la terminación occidental del Sinclinal de Almadén. *Bol. Geol. Min.*, 94 (2), 93-105.
- Solle, G. (1953).—Die Spiriferen der Gruppe *arduennensis-intermedius* im Rheinischen Devon. *Abh. hess. L. Amt Bodenforsch.*, 5, 156 pp.
- (1971).—*Brachyspirifer* und *Paraspirifer* im Rheinischen Devon. *Abh. hess. L. Amt. Bodenforsch.*, 59, 163 pp.
- Tamain, G. (1972).—Recherches géologiques et minières en Sierra Morena Orientale (Espagne). *Thèse Univ. Paris Sud (Centre d'Orsay)*, 3, 369 pp.
- Vandercammen, A. (1966).—Observations nouvelles sur les Gürichellinae W. Paeckelmann. *Bull. Soc. Belg. Geol. Pal. Hydrol.*, 74 (2, 3), 265-285.
- Vázquez, F., Artega, R. y Schermerhorn, J. (1980).—Depositos minerales del Suroeste de la Península Ibérica. *Bol. Geol. Min.*, 91 (2), 293-342.
- Vergés, J. (1980).—Estudio del complejo vulcano-sedimentario del Devónico Superior y de la estructura de la terminación oriental del sinclinal de Almadén (Ciudad Real). *Univ. Aut. Barcelona*, Tesis de Lic., 39 pp. (inédito).
- Verneuil, E. de y Barrande, J. (1855).—Description des fossiles trouvés dans les terrains silurien et dévonien d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède. *Bull. Soc. Géol. France*, 12 (2), 25-94.
- Wagner, R. H. (1976).—The Valdeinfierno sequence (Prov. Córdoba): its tectonic, sedimentary and floral significance. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 98, 59-66.
- Walter, R. (1977).—Zwei geologische Traversen durch die südliche Iberische Meseta, Spanien. *Münster Forsch. Geol. Paläont.*, 42.