

EL CAMBRICO DE ESPAÑA

T^o



75

ESTRATIGRAFIA

por

FRANZ LOTZE

Parte primera de la obra

DAS KAMBRIUM SPANIENS

von

FRANZ LOTZE UND KLAUS SDZUY

Teil I: Stratigraphie

von

FRANZ LOTZE

EDITADO
POR EL
DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

INDICE DE MATERIAS

	<i>Páginas</i>
PRÓLOGO DEL TRADUCTOR	9
INTRODUCCIÓN	11
1.º Observaciones preliminares	11
2.º Historia	13
3.º Distribución del Cámbrico de la Península Ibérica	16
PRIMERA PARTE:	
<i>La constitución del Cámbrico en las distintas regiones</i>	19
I. Sistema Celtibérico	19
1. Cadenas Ibéricas	21
a) La serie estratigráfica del Valle del Jalón en las Cadenas Ibéricas Orientales	21
α) El corte geológico normal	21
β) Litoestratigrafía del corte geológico	23
γ) Bioestratigrafía del corte geológico	28
δ) La edad de las capas	30
b) La serie estratigráfica al este del Valle del Jiloca, entre Daroca y Villafeliche, en las Cadenas Ibéricas Occidentales	33
α) El corte geológico normal	33
β) Litoestratigrafía del corte geológico	33
γ) Bioestratigrafía del corte geológico	36
δ) La edad de las capas	36
1.º Complejo estratigráfico A	38
2.º Complejo estratigráfico B	41
c) La serie estratigráfica de las Cadenas Ibéricas Occidentales, al oeste del Valle del Jiloca	48
α) El corte geológico normal	48
β) Litoestratigrafía	49
1.º Secuencia del Jiloca	49
2.º Primera secuencia de Ateca	49
3.º Segunda secuencia de Ateca	50
4.º Tercera secuencia de Ateca	50
5.º Cuarta secuencia de Ateca	50
γ) Bioestratigrafía	51
δ) La edad geológica de las capas	52
d) Otros yacimientos cámbricos de las Cadenas Ibéricas	52

	<i>Páginas</i>
1.º Cámbrico inferior	53
2.º Cámbrico medio	54
3.º Capas del Jiloca y de Ateca	57
e) Aspecto general del cámbrico celtibérico	59
1) El corte geológico Standard	59
2) Interpretación geológica-histórica de este corte	60
3) La serie de faunas	61
4) Cuestiones geológicas por resolver todavía.	62
2. Sierra de la Demanda	63
a) Generalidades y datos históricos	63
b) Cortes geológicos en el Valle del Neila y de Najerilla	65
α) El corte geológico normal	65
β) Litoestratigrafía	65
γ) Bioestratigrafía	69
δ) La edad geológica	70
e) Comparación de esta región con las Cadenas Ibéricas	71
II. El cámbrico de la Cordillera Cantábrica al norte de León	71
a) Generalidades y datos históricos	71
b) La división estratigráfica hasta ahora establecida.	75
c) Corte geológico del Valle del Porma, al norte de Boñar (cámbrico de Cerecedo)	75
α) Corte geológico normal	75
β) Litoestratigrafía	76
γ) Bioestratigrafía)	81
δ) Sobre la edad geológica	82
d) Observaciones complementarias en la continuación oriental de la zona de Cerecedo: cámbrico medio de Verdiago en el Valle del Esla	83
α) Litoestratigrafía	83
β) Bioestratigrafía	85
γ) Sobre la edad geológica	86
e) El corte geológico de Los Barrios de Luna	86
α) Litoestratigrafía	86
β) Bioestratigrafía	87
γ) Edad de las capas	91
f) El cámbrico de la Babia Baja	93
1. Láncara de Luna	94
α) Litoestratigrafía	94
β) Bioestratigrafía	96
2. Huergas en el Valle superior del Luna	96
α) Litoestratigrafía	96

	<i>Páginas</i>
β) Bioestratigrafía	96
3. La Majúa al oeste de San Emiliano (Babia Baja)	96
α) Litoestratigrafía	96
β) Bioestratigrafía	99
4. Genestosa al noroeste de San Emiliano	99
α) Litoestratigrafía	99
β) Bioestratigrafía	100
5. Síntesis del cámbrico de la Babia	100
g) Síntesis del cámbrico del norte de León	102
III. El cámbrico del Valle superior del Sil (noroeste de la provincia de León)	105
a) Generalidades	105
b) El límite inferior del cámbrico	105
c) Descripción litoestratigráfica del corte geológico del Sil	106
d) División del cámbrico del Valle Alto del Sil	108
e) Bioestratigrafía	109
f) Sobre la edad de los terrenos cámbricos en sus relaciones litoestratigráficas respecto a los afloramientos cámbricos próximos	110
g) Comparación del cámbrico del norte de León con otros afloramientos	112
IV. El cámbrico de Asturias	112
1. Su distribución geográfica	112
2. El cámbrico oriental del oeste de Asturias	113
a) Generalidades	113
b) El cámbrico de Corias de Arriba	114
3. La zona cámbrica media del oeste de Asturias	115
a) El cámbrico de Boinás-Ferredal	116
α) Litoestratigrafía	116
β) Bioestratigrafía y edad estratigráfica	117
b) El Valle del Narcea-Tineo	117
α) Generalidades y división estratigráfica	117
β) Litoestratigrafía	118
γ) Bioestratigrafía y edad geológica	122
c) La región litoral de Asturias	123
1. Generalidades sobre el cámbrico en la región litoral de Asturias	123
2. El corte geológico de Cudillero-Soto de Luiña	124
α) División estratigráfica	124
β) El substrato y límite inferior del cámbrico	127
γ) Litoestratigrafía del cámbrico	127

	<i>Páginas</i>
A. La serie de Cándana	127
B. La serie de las Playas	129
C. La serie de Los Cabos	129
δ) Bioestratigrafía	130
ε) La edad geológica	132
3. El corte geológico de Cadavedo-Cabo Busto.	132
α) Litoestratigrafía	132
β) Bioestratigrafía	137
γ) La edad geológica	138
4. Otros yacimientos cámbricos de la zona de Asturias	139
4. La zona cámbrica occidental del oeste de Asturias.	139
a) Generalidades	139
b) El cámbrico del anticlinal de Cartavio	139
α) Generalidades y división	139
β) Litoestratigrafía de la serie de los Cabos.	140
γ) Bioestratigrafía	142
c) El cámbrico de la región limítrofe entre Asturias y Galicia	143
1) Generalidades y datos históricos	143
2) El cámbrico de Vegadeo	145
α) Litoestratigrafía	145
β) Bioestratigrafía	148
3) La región del río Eo en su tramo inferior entre Ribadeo y Tapia	151
α) División	151
β) Litoestratigrafía	152
γ) Bioestratigrafía	154
V. El cámbrico de Galicia	155
1. Generalidades y datos históricos	155
2. Los afloramientos hasta ahora reconocidos teniendo en cuenta las nuevas investigaciones	158
a) La continuación meridional del anticlinal del Eo.	158
b) Anticlinal de San Román de Cervantes	158
c) La zona anticlinal de Meira	159
d) El anticlinal de Mondoñedo	160
e) Otros afloramientos cámbricos de Galicia	161
VI. El cámbrico dudoso en las provincias de Salamanca, Avila, Segovia y Madrid	161
VII. El cámbrico de las provincias de Toledo y Ciudad Real.	164
1. Generalidades	164
2. La comarca entre El Puente del Arzobispo y Guadalupe	164
α) División estratigráfica	164
β) Litoestratigrafía	165
γ) Bioestratigrafía	166

	<i>Páginas</i>
3. La región al noreste de los Montes de Toledo	166
α) Litoestratigrafía	167
β) Bioestratigrafía	167
4. La región suroriental de los Montes de Toledo	167
α) Datos históricos	167
β) Litoestratigrafía, según Weggen	168
γ) Bioestratigrafía y edad geológica	171
5. El cámbrico del Guadiana alto	172
6. Síntesis geológica de esta región	172
VIII. El cámbrico de la Extremadura septentrional (provincia de Cáceres)	173
1. Generalidades	173
2. La región del Tajo entre Almaraz (al suroeste de Navalморal de la Mata y el Puerto de Miravete).	174
3. La región de Jaraicejo	175
4. La región al sur de Coria, entre el río Alagón y el río Tajo	175
5. La región al oeste de Cáceres	176
6. Síntesis	177
IX. El cámbrico de la provincia de Badajoz, al norte del paralelo de Jerez de los Caballeros y las regiones limítrofes, especialmente Portugal	178
1. Generalidades	178
2. El cámbrico al oeste y sureste de Badajoz	179
3. El cámbrico de Vila Boim, en Portugal	181
X. El cámbrico de la Sierra Morena y sus regiones contiguas	182
1. Generalidades	182
2. Detalles de los afloramientos geológicos	185
1) La serie cámbrica de Cala	185
α) División estratigráfica	185
β) Litoestratigrafía	185
γ) Bioestratigrafía	189
2) La serie cámbrica de Llerena-Guadalcanal-Azuaga	191
α) División estratigráfica	191
β) Litoestratigrafía	191
γ) Bioestratigrafía	194
3) La región entre Llerena-Pallarés-Cazalla de la Sierra y Alanís	194
a) Generalidades	194
b) El corte de Llerena a Pallarés	194
α) Litoestratigrafía	194
β) Bioestratigrafía	195
c) El corte de Guadalcanal a Cazalla de la Sierra	196

	<i>Páginas</i>
α) Litoestratigrafía	196
β) Bioestratigrafía	197
d) El corte de Alanís a Cazalla de la Sierra.	198
α) Generalidades	198
β) Bioestratigrafía	199
e) Las circunstancias geológicas en la región comprendida entre Llerena Pallarés, Cazalla de la Sierra y Alanís	202
α) División litoestratigráfica	202
β) Bioestratigrafía	203
4) El cámbrico de la provincia de Córdoba y regiones continuas	204
α) Generalidades y división	204
β) Litoestratigrafía	206
γ) Bioestratigrafía	207
XI. El cámbrico español de zonas exteriores a la Meseta Ibérica y sus regiones limítrofes	208
SEGUNDA PARTE:	
<i>Constitución general del cámbrico español</i>	211
I. Observaciones preliminares	211
II. Correlaciones sobre la base litoestratigráfica	211
III. Correlaciones sobre la base bioestratigráfica	213
IV. El corte geológico bioestratigráfico general	214
V. Síntesis paleogeográfico-paleotectónica	221
1. Observaciones preliminares	221
2. La distribución del espesor de los terrenos cámbricos	222
3. Las circunstancias faciales	226
a) Cámbrico inferior A	226
b) Cámbrico inferior B	227
c) Cámbrico inferior C	228
d) Cámbrico medio A	229
e) Cámbrico medio B	229
f) Cámbrico medio C y cámbrico superior	230
4. Tipos estratigráficos cámbricos y sus relaciones con la estructura de las Cadenas Variscas	231
5. Síntesis general paleogeográfica	236
VI. El desarrollo geocronológico durante el sedimentario cámbrico español	237
VII. La posición del cámbrico español en el conjunto del cámbrico europeo y mediterráneo occidental	238
1. Montagne Noire	238
2. Cerdeña	241
3. Marruecos	241
4. Alemania	244
5. Resultado general	245

Prólogo del traductor

Esta obra, cuya traducción presento ahora, me era ya conocida desde que su autor me la entregara en propia mano en su casa de Münster, en donde por él invitado, pasé unos días al terminar la reunión anual de la "Asociación Geológica Alemana" (de la que soy miembro desde 1939), aquel año celebrada en Göttingen, a la que fui acompañado por el Profesor Dr. Luis Sánchez de la Torre. Pronto me di cuenta de la importancia de la obra y de la urgencia de su transcripción al español. Abarcaba todo lo cámbrico, "seguro" o "dudoso" (términos empleados por Lotze) que presentaba la superficie de la Península Ibérica. Sus minuciosas investigaciones (estrato por estrato), en donde había fauna, sobre todo en los que contenían trilobites, constituyen un magnífico ejemplo de entusiasmo, paciencia y ahínco dedicados a descubrir lo que un depósito sedimentario oculta. Lotze ha tenido el acierto de acompañarse, cuando le ha sido posible, por paleontólogos especialistas (entre los que quiero citar aquí a mis queridos maestros Rudolf y Emma Richter). Las partes II y III de la obra "Das Kambrium Spaniens" están hechas por Klaus Szdzy, exclusivamente dedicadas a los trilobites cámbricos. La obra de Szdzy completa la labor estratigráfica de Lotze, y las dos juntas forman un inmenso material de investigación para todos los geólogos deseosos de estudiar los terrenos que constituyen el fundamento del "solar hispánico" (según acertado concepto de Eduardo Hernández-Pacheco).

Sí, como dice Luis Solé al describir la "Aportación alemana a las ideas tectónicas modernas sobre la Península Ibérica" publicadas en el "Geotektonisches Symposium zu Ehren von Hans Stille" (Stuttgart, 1956, págs. 177-189), "es legítimo hablar de una etapa de los estudios tectónicos peninsulares anterior y otra posterior a la intervención de la escuela del Profesor Stille", lo mismo debemos decir respecto a los estudios sobre el cámbrico: antes y después de la obra "Das Kambrium Spaniens", de Franz LOTZE y Klaus SDZUY.

Ya en parte, la obra de Szdzy se ha ido traduciendo al español, como ocurre con la correspondiente a Asturias gracias al interés mostrado en tal traducción por los Profesores de la Universidad de Oviedo señores Julivert y Zamarrreño. Esperemos que en un plazo no lejano se complete para todo el cámbrico peninsular.

Más de una vez he oído comentar que la obra aquí traducida está anticuada. Nadie mejor puede decir estas palabras que su propio autor. En su carta de 10 de enero de 1969, el Prof. Lotze me escribe: "Das Kambrium Spaniens" está ya muy superada en una gran parte". Para remediar por su cuenta este problema, Lotze ha fundado la revista "Geotektonische Forschungen", en la cual se incluyen trabajos, sobre todo de sus alumnos, parte de los cuales ha sido ya objeto de traducción, como, por ejemplo, los publicados en "Notas y

Comunicaciones" del Instituto Geológico y Minero de España, o en otras revistas españolas.

En el breve "Vocabulario estratigráfico" que publiqué en "Notas y Comunicaciones" del Instituto Geológico y Minero de España, el año 1960, número 57, página 301, recuerdo que el Congreso Geológico Internacional de 1900, celebrado en París, propuso la terminación o subfijo "ico" para las palabras que debían indicar el periodo geológico, pero son bien pocos los autores que han hecho caso a tal proposición.

Como señalo en esta misma nota, en España ya es difícil que los que han aprendido a decir cambriano cambien este término por cámbrico, o al revés. Por mi parte compruebo que el término "cámbrico", que ya venía empleando desde mis tiempos de estudiante, es el que parece concordar con el que emplea el autor, según veo a lo largo de la obra.

Los autores alemanes dividen el cámbrico en tres subperiodos, que reciben, de abajo arriba, los nombres de Cámbrico inferior, Cámbrico medio y Cámbrico superior. En la terminología francesa se usan los términos Georgiense, Acadiense y Potsdamiense, equivalentes a los de Cámbrico inferior, Cámbrico medio y Cámbrico superior. Nosotros aquí seguimos la terminología alemana. Por mi parte la completo con el empleo de los términos alto y bajo cuando hay necesidad de precisar más, sin alterar así el sentido estricto de inferior, medio y superior de los tres subpisos en que se divide el periodo Cámbrico. Por ejemplo: Cámbrico inferior bajo, Cámbrico inferior alto, etc. En caso necesario, estos tres términos: Cámbrico superior, medio e inferior, podrían substituirse por neo-cámbrico, meso-cámbrico y eo-cámbrico. En cambio, es impropio el uso de los prefijos infra y supra, que no quieren decir que infra sea equivalente a inferior, sino que indica que está debajo, de la misma manera que el término supra quiere decir que está encima. Para designar el Cámbrico inferior cabría decir, en todo caso, "eo-cámbrico"; "neo cámbrico, por Cámbrico superior; en cuanto a meso-cámbrico no hay problema, porque quiere decir que está en medio, término que uso con alguna frecuencia.

Un término importante que vemos en la obra de Lotze es el de "banda", limitándolo a las bandas que contienen trilobites. En la página 34 del original hay, en cierto modo, una definición de lo que es banda para el autor. Banda es un estrato que contiene diferentes combinaciones de géneros y especies de trilobites. Se ve que el término "banda" parece emplearlo Lotze cuando hay trilobites. Según esto, los trilobites son los elementos fundamentales en las divisiones estratigráficas que Lotze ha hecho en el Cámbrico Español.

Joaquín Gómez de Llerena

Instituto de
Geología Económica
MUSEO NACIONAL
DE CIENCIAS NATURALES
MADRID-6

INTRODUCCION

1) Observaciones preliminares

De todos los países de Europa, España es el que más extensión tiene de sedimentos cámbricos, que en muchos sitios poseen una gran potencia, una variada composición petrográfica y una abundancia sorprendente en fósiles. España ocupa así una situación clave para la estratigrafía del cámbrico europeo. Sin embargo, el cámbrico de la Península Ibérica hasta ahora era poco conocido en su conjunto; las obras de texto apenas lo citan, ya que a lo sumo solamente ofrecen datos sueltos que en modo alguno corresponden a la enorme importancia que el cámbrico posee en la Península Ibérica. La razón de esta escasez de datos que se tienen sobre el cámbrico español se debe, sobre todo, a que hasta ahora no había sido objeto de una detenida descripción de carácter bibliográfico. Solamente las obras de HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1935) y de MELÉNDEZ MELÉNDEZ (1943) han expuesto síntesis, que no llegan a alcanzar todo el territorio con la detenida descripción necesaria. La presente obra tiene como objeto fundamental el ofrecer una descripción sintética del cámbrico español y así nuestro trabajo lo consideramos como una importante aportación al mejor conocimiento de este periodo de la historia geológica de la Península Ibérica. A partir del año 1952 he comenzado a realizar numerosos viajes por toda España para estudiar sus terrenos cámbricos, basándome además en mis investigaciones anteriores, hechas en los años 1928 y 1937 á 1941. De este modo he podido reunir material suficiente, tanto petrográfico como fosilífero, merced también a la ayuda que me han prestado el doctor Volkheimer y mi hijo W. F. Lotze, más tarde, mi hija Mechthild, y desde 1955, el doctor Sdzuy, así como varios estudiantes de Geología de la Universidad de Münster. Debo citar además la importante colaboración de amigos y colegas españoles. Desde el año 1952, varios trabajos sobre el cámbrico español han servido como tesis doctorales en mi Cátedra de la Universidad de Münster, parte de los cuales han facilitado el descubrimiento de nuevos yacimientos o su renovada revisión. Gracias a la ayuda financiera de la Asociación Alemana para la Investigación, así como al apoyo económico de la Academia de Cien-

cias y de Literatura de Mainz (Maguncia), y por la intervención del Profesor C. Troll, a partir del año 1954 he podido continuar los estudios estratigráficos del cámbrico ibérico. Desde este sitio doy mis más expresivas gracias a ambas instituciones. El estudio paleontológico de los trilobites encontrados se debe al doctor Sdzuy. Muchos trilobites por él estudiados figuran en los dos cuadernos de la parte segunda de esta monografía, que constituyen un tomo aparte. Al doctor Sdzuy se deben las determinaciones paleontológicas de los fósiles que están anotados en la presente obra (mientras no se consigne el nombre de otro autor), lo mismo que los datos estratigráficos resultantes de aquéllas.

En la descripción del cámbrico ibérico empleo el método inductivo.

En la primera parte, dividida en distintos capítulos, se describen los yacimientos hallados tal como resulta de las investigaciones en el campo. En la segunda parte se sintetizan los resultados deducidos de este material y se establecen las relaciones con los países circundantes de la Península Ibérica. En la descripción detallada de cada yacimiento se estudia primeramente la Litoestratigrafía, la cual sirve como base de una primera división. Para designar las distintas unidades litoestratigráficas obtenidas utilizo *nombres locales*, que una vez bien caracterizados, se pueden trasponer a otras regiones, en donde los materiales colectados no solamente tengan el mismo carácter facial, sino que además muestren una correlación segura en cuanto a su edad estratigráfica. Según esto, los mismos nombres litoestratigráficos empleados en distintas regiones significan signos evidentes de paralelismo, tanto en facies como en edad estratigráfica, entre unos y otros de los sitios estudiados. Como resultado de las investigaciones futuras es posible que haya que eliminar algunos de los nombres o reducirlos a sinónimos, pero en otros casos seguirán siendo útiles para caracterizar las diferencias distinguidas.

Los fósiles se han reunido ordenándolos, dentro de lo posible, por horizontes estratigráficos. Sin embargo, no hemos llegado a establecer una seriación completa por horizontes ni tampoco hemos obtenido listas diferenciales de fósiles.

Por tales motivos, al presentar una *división bioestratigráfica*, hemos renunciado también al empleo de determinados términos estratigráficos (*zona, piso*).

En cambio, en la distribución vertical de los fósiles he establecido combinaciones de géneros o especies de trilobites, dándoles un término nuevo que denomino *Bandas de Trilobites*. En realidad se trata de «zonas faunísticas» con un carácter más bien local, pero que al mismo tiempo revelan así la insuficiencia de las determinaciones paleontológicas y de las colectas obtenidas. Se deduce así que las bandas de trilobites al com-

pararlas con las zonas faunísticas muestran una limitación más evidente y a la vez un valor más relativo. Es posible que más adelante los nuevos estudios de los interesados en la investigación de los terrenos cámbricos lleguen a condensar algunas de las 32 bandas por mí establecidas convirtiéndolas en auténticas *zonas faunísticas*, o, por el contrario, les induzcan a dividir y separar otras. Confirmando este método aquí expuesto declaro que en dos casos he tenido que reconocer que la ordenación estratigráfica exacta no es segura, lo que hace necesaria una revisión de aquéllos para situarlos en su horizonte propio. Sin embargo, conservo la esperanza de que las investigaciones por mí efectuadas, lo mismo que por mis colaboradores y colegas españoles, contribuyan de modo esencial a fijar de modo seguro la estratigrafía del cámbrico español, que hasta ahora es objeto de discusiones entre los investigadores.

2) Historia

Aunque, como ya hemos dicho en la Introducción, el cámbrico español no había sido estudiado hasta ahora de modo suficiente para demostrar el gran papel que desempeña en la estratigrafía general de este período en todo el mundo, no quiere decir esto que no llegara a conocerse sino bastante tarde en la historia geológica. En efecto, ya en 1845, es decir antes que en el «clásico» país de Gales, fueron hallados los primeros trilobites cámbricos en los Montes de Toledo por CASIANO DEL PRADO, de lo cual informó él más tarde en 1855 (1).

Algunos años más tarde (1858-60) el mismo CASIANO DEL PRADO descubre en la Cordillera Cantábrica, situada en el NW. de España, en dos bre en la Cordillera Cantábrica, situada en el noroeste de España, en dos puntos diferentes, la «fauna primordial»; en el primero, en las calizas margosas rojas de Sabero (León), y en el segundo, en las pizarras arcillosas de Belmonte (Asturias). En 1883, DE VERNEUIL y LARTET encuentran *Paradoxides* y otros trilobites mesocámbricos en las Cadenas Celtibéricas de Murero (Aragón). En 1877, BARROIS informa sobre el hallazgo de trilobites en Vegadeo y Tineo (valle del Rodical, Asturias). Por último, en 1878, MACPHERSON (1878-1880) descubre en la Sierra Morena (en El Pedroso, Sevilla) los primeros *Archaeocyathidos*. Resulta así que en el breve espacio de un cuarto de siglo se reconoce la existencia del Cámbricofosilífero, lo mismo en el centro que en el NW., NE. y S. de España.

(1) La tardanza en publicarse este hallazgo dió lugar a que DE VERNEUIL y COLLOMB escribieran todavía (1853, pág. 74) diciendo que los fósiles más antiguos conocidos en España pertenecían al Llandeilo, y que hasta entonces no se había descubierto huella alguna de las zonas caracterizadas por la presencia de *Paradoxides* y *Olenus*.

En los años siguientes, los yacimientos se multiplican, pero sin llegar a hacer progresos sensibles en su filiación estratigráfica. Así, por ejemplo, MALLADA y BUITRAGO (1878) confirman la existencia del cámbrico de Belmonte, descubierto en dos puntos: uno al S. del Pedrorio, entre Vio y Lodos, y otro en Ferredal. BARROIS en 1877 dudaba de la realidad de estos hallazgos. En Aragón, DEREIMS (1898) encuentra trilobites mesocámbricos en Murero (Cadenas Ibéricas Occidentales) y en Badules (Cadenas Ibéricas Orientales). En el S. de España, en 1918, HERNÁNDEZ PACHECO descubre también Archeocyathidos en la Sierra de Córdoba. Más tarde (1927) RUD. RICHTER encuentra en esta Sierra un crustáceo (*Isoxys carbonelli*), pero seguían aún desconocidos los trilobites de estas distintas zonas.

Todos estos hallazgos pertenecían al mesocámbrico, mal designado por BARROIS (1882) como «cámbrico superior». En otros casos se consideraban los yacimientos como de esta edad, pero sin fundamentos suficientes, y así resulta que, por ejemplo, E. KAYSER (1923, pág. 83) llegara a imaginar que el cámbrico inferior falta en España, y que el cámbrico medio aparece con carácter transgresivo. Además, este autor llega a suponer una regresión en el cámbrico superior, porque hasta entonces tampoco se habían encontrado depósitos de esta edad.

Esta idea de la falta de continuidad, de la abundancia de lagunas estratigráficas del cámbrico en España se ha conservado hasta la actualidad de modo injusto, puesto que de las investigaciones que yo comencé en 1928 en las Cadenas Celtibéricas, publicadas en 1929, no solamente se puede confirmar la presencia de una potente serie en el substrato del nivel de *Paradoxides*, sino también en Huérmeda al este de Calatayud, en donde hallé una fauna de trilobites que yo consideraba de edad cámbrica inferior. Este hallazgo significaba así la primera muestra de la existencia de este piso en la Península Ibérica, puesto que los hallazgos de Los Cortijos, en la provincia de Ciudad Real, y los de Vila Boim, en Portugal, hasta entonces considerados mesocámbricos, resultaron más tarde, gracias a una determinación más precisa, del cámbrico inferior. P. HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1935) y B. MELÉNDEZ (1943) dudaban de mi clasificación estratigráfica de las rocas de Huérmeda y, sobre todo, del Corte del Jalón, en Calatayud (Zaragoza), pero una nueva revisión de la fauna por RUDOLF y E. RICHTER (1948) confirmó que estos terrenos pertenecían en efecto al cámbrico inferior.

Además, mis investigaciones de 1928 llevaron al descubrimiento de nuevos yacimientos de trilobites cámbricos en las Cadenas Ibéricas, y, por tanto, confirmaron la amplitud del cámbrico en tales regiones, que hasta entonces (DEREIMS, 1898) se consideraban como silúricas.

Por último, en la potente serie por encima del nivel de *Paradoxides* se hallaron fósiles como son los braquiópodos córneos, que me facilitaron la paralelización de estos terrenos españoles con el tramo constituido por placas con *Lingula* inglesas (*Lingula-Flags*). Con la presencia de estos fósiles parecía cerrarse en parte la laguna que hasta entonces existía entre el cámbrico medio y el ordovícico, confirmándose una vez más que el cámbrico de la Península Ibérica se hallaba casi completo.

Mi división del Cámbrico de las Cadenas Ibéricas fué aplicada después por SCHRIEL (1930) a la estructura geológica de la Sierra de la Demanda, pero en donde este autor no halló fauna alguna. En 1954, en esta misma región, mediante nuevas investigaciones, hallé pruebas paleontológicas de gran importancia (LOTZE, 1955), como son los trilobites mesocámbricos y los moluscos bivalvos, así como son los braquiópodos córneos (Ortidos) e incluso encontré también los restos de los primeros crinoideos.

En el S. de España, en los últimos decenios, se han obtenido progresos importantes: en 1937, en la Sierra Morena, encontré en su parte media y occidental los primeros trilobites cámbricos; poco después fueron hechos nuevos hallazgos por H. SCHNEIDER, F. FRICKE y W. SIMON, al hacer sus respectivas disertaciones doctorales, R. RICHTER, en una rápida visita colectó material cuya descripción por R. y E. RICHTER (1941) dió la edad del cámbrico inferior para la parte principal de los hallazgos, sobre todo de Cala. Pero en Alanís y al S. de Guadalcanal se creó un problema especial, porque tanto R. RICHTER como W. SIMON, en Alanís, y FRICKE, en Guadalcanal, habían recogido una asociación de fósiles que RICHTER denominara «Fauna de Saukianda», según sus publicaciones hechas junto con su esposa EMMA (1940-1949) y de SIMON (1939, 1950-1951) que llevaron a considerar esta forma como del cámbrico superior. De aquí surgió un dilema estratigráfico, puesto que la «fauna de Saukianda» de Alanís, según mis propias investigaciones cartográficas, que había hecho en 1937, se hallaba en terrenos que más al NW. yo consideraba como cámbrico inferior por sus trilobites.

A fin de aclarar esta contradicción, hice un nuevo estudio, que comenzado en 1952 y continuado en los años siguientes, fué la base del propósito de hacer un estudio monográfico de todo el cámbrico español. Las investigaciones emprendidas me condujeron a encontrar nuevos yacimientos de fauna cámbrica; entre ellos se cuentan los que hice en el NW. de España, en donde descubrí los trilobites del cámbrico inferior (LOTZE, 1954-1955), los más antiguos que hasta ahora se han hallado en España. Faunas semejantes se descubrieron después por FÄRBER en la costa asturiana, y por WALTER en el NW. de Galicia.

3) La distribución del cámbrico en la Península Ibérica

La figura 1 presenta la distribución del cámbrico en la Península Ibérica conforme a la descripción publicada en la 4.^a edición del «Mapa Geológico de España y Portugal» a escala 1:1.000.000 (Madrid, 1955). Sin distinguir más en detalle el cámbrico o cambriano, que por sí solo ocupa una superficie de 36.250 km.², está todo impreso en color negro, incluyendo también el restante paleozoico. Asimismo el metamórfico, en el cual es posible que haya también depósitos de cámbrico, está indicado por el punteado que ocupa toda su extensión. En este mapa se observa que grandes extensiones de capas precámbricas están señaladas como cámbrico, y en cambio, otras típicas de este periodo están indicadas como de edad posterior o anterior; se ve así que este mapa necesita una revisión estratigráfica.

En la figura 2 se ve este mapa después de rectificar, por mi parte, el mapa anterior, pero en el que solamente aparece el Cámbrico, sin el resto del paleozoico. Es importante decir que en la presente obra establezco la distinción entre «cámbrico seguro» y «cámbrico dudoso». Como cámbrico seguro entiendo los yacimientos en los cuales su edad está garantizada por hallazgos de fósiles cámbricos; es decir, que está demostrada paleontológicamente, o en donde, por lo menos, sus caracteres litoestratigráficos sean tan semejantes a otros no muy distantes, formados por sedimentos con fósiles cámbricos que no quede duda alguna sobre su edad geológica.

Este mapa modificado de la figura 2 señala la amplia distribución que tiene el cámbrico en España, sobre todo en ciertos sectores como, por ejemplo, ocurre en las Cadenas Ibéricas y en la Sierra de la Demanda, en donde constituye la estructura fundamental. Más pequeños, pero de gran importancia estratigráfica, son los yacimientos cámbricos de la provincia de León, del O. de Asturias y E. de Galicia. De esta formación estratigráfica existen varias estrechas zonas en la España central, entre Salamanca, Cáceres, Toledo y Ciudad Real. Asimismo, adquiere considerables extensiones en Extremadura meridional y regiones de Portugal adyacentes al O. de Badajoz, que se prolongan hasta el borde S. de la Sierra Morena, entre Sevilla y N. de Jaén. En los Pirineos aparecen pequeñas manchas, y en las Cadenas Béticas se encuentran yacimientos de edad dudosa, que acaso pudieran ser cámbricos pero que hasta ahora no se han demostrado como seguros.

Es innecesario señalar aquí los distintos yacimientos, puesto que en el Índice (págs. 3 a 8) se hace una lista de ellos suficiente para tal fin.

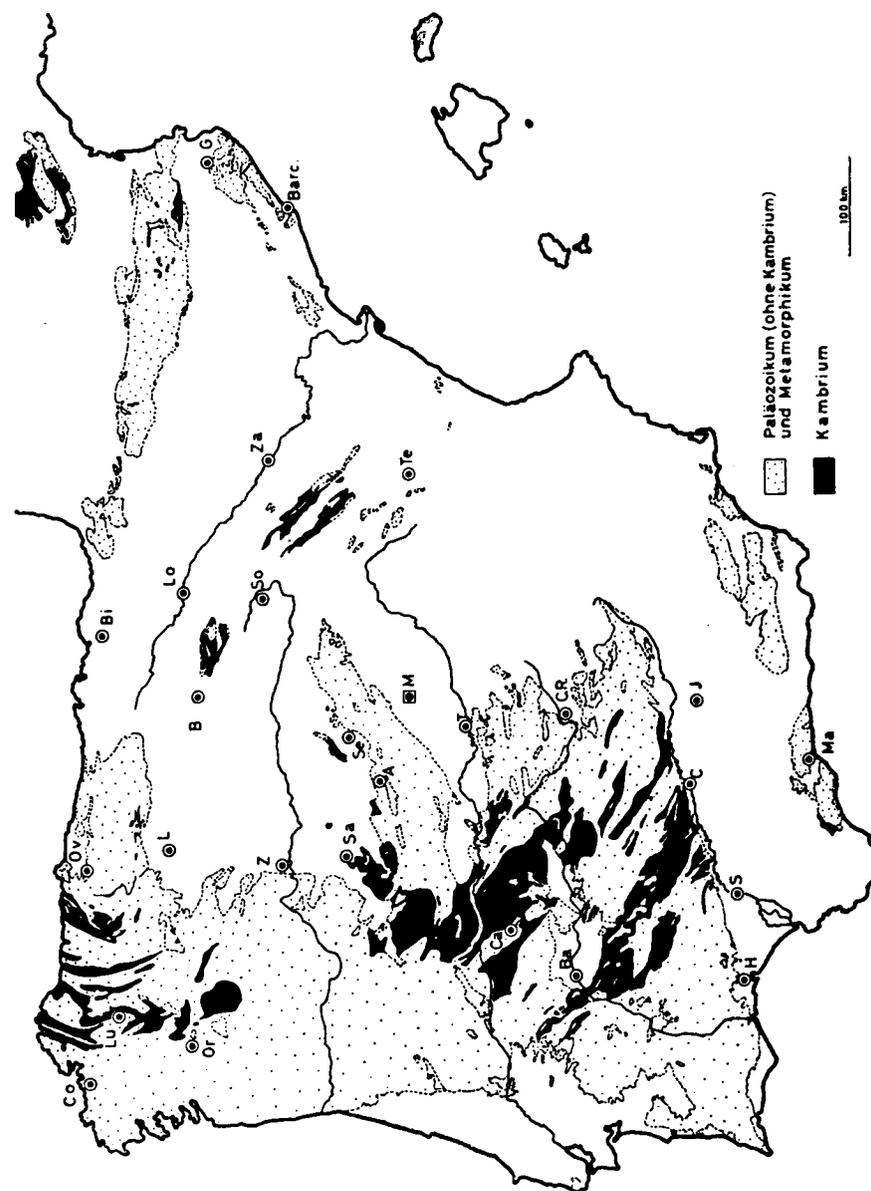


Fig. 1.—Distribución del Cámbrico en la Península Ibérica, según el Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000. Escala, 1:7.500.000.—Los signos que están en el mapa al lado derecho indican: arriba, el de puntos, paleozoico sin cámbrico y metamórfico. El cuadro inferior, en negro: cámbrico

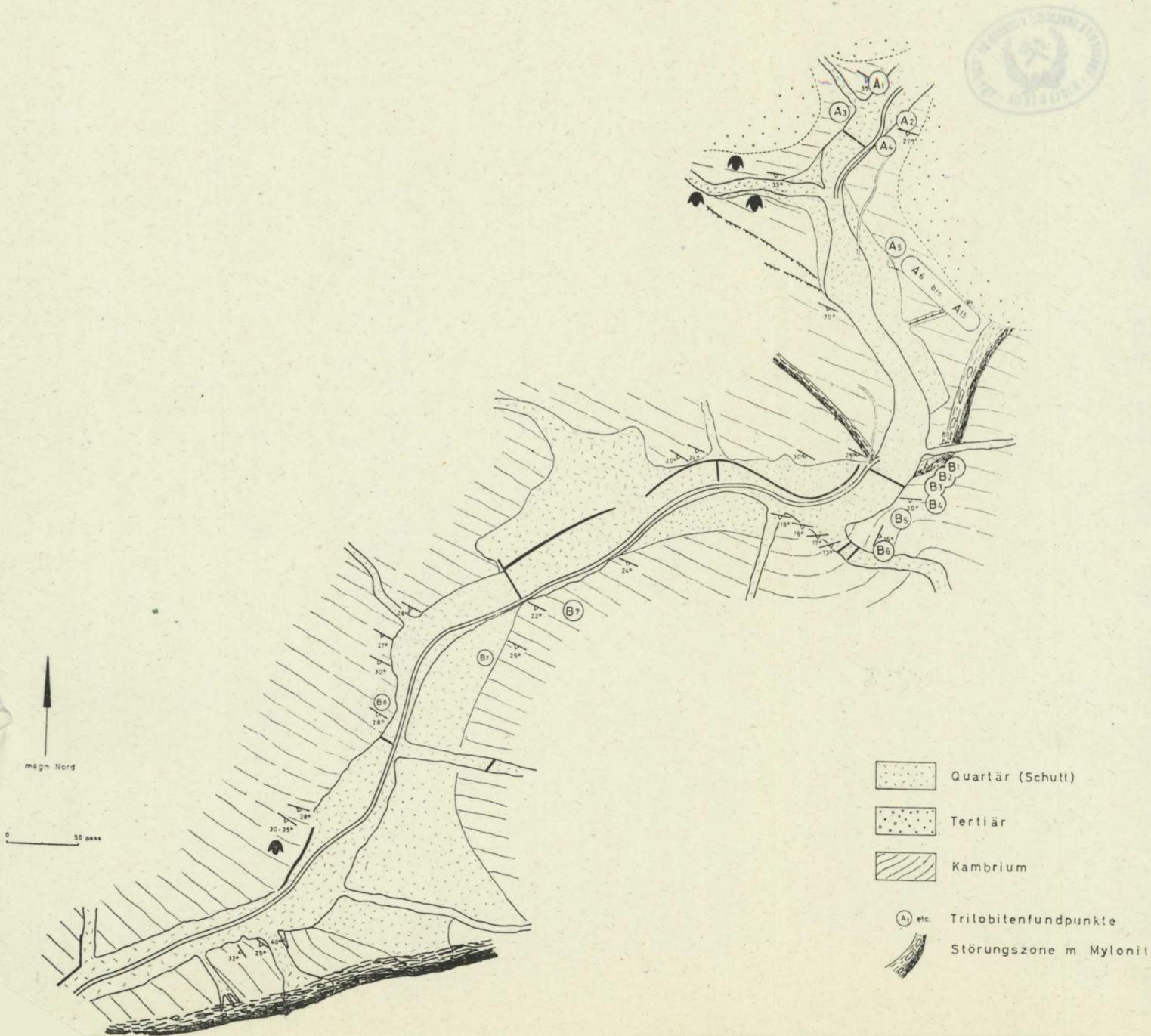


Fig. 8.—Detalle especial de la La Rambla de Valdemiedes, al norte de Mureco. Escala 1:3.000.

A₁ etc. Yacimientos de trilobites que se corresponden con los de las páginas del texto 38 a 42 (en la figura, de arriba abajo, dice: cuaternario (aluvial), terciario, cámbrico). Yacimientos de trilobites, zonas de fallas con milonito.

PRIMERA PARTE

LA CONSTITUCION DEL CAMBRICO EN LAS DISTINTAS REGIONES

I. SISTEMA CELTIBERICO (1)

Como «Sistema Celtibérico» (fig. 2) denomino las alineaciones montañosas o cordilleras de rumbo NW.-SE., que constituyen un fuerte relieve montañoso divisorio entre la cuenca del Ebro, por un lado, y las cuencas del Tajo y del Duero por otro. A las cordilleras suroccidentales les doy el nombre de «Cadenas Hespéricas», y a las nororientales, el de «Cadenas Ibéricas». El ramal de las Cadenas Ibéricas, que bordea a uno y otro lado la cuenca terciaria de Calatayud, se divide así en dos ramas: Cadenas Ibéricas Occidentales y Cadenas Ibéricas Orientales (fig. 3). Todo el Sistema Celtibérico se enlaza por el SE. con las estribaciones de las Cadenas Béticas, y asimismo se puede considerar en su extremo meridional como miembro de enlace entre las Cadenas Béticas y la Cordillera Litoral Catalana. Por el NW. las Cadenas Hespéricas se enlazan también con la Cordillera Central Divisoria de la Península Ibérica. Las dos ramas de las Cadenas Ibéricas convergen, culminan y terminan fundiéndose en el Moncayo, cumbre que separa Castilla de Aragón y alcanza la altitud de 2.316 metros. Adosados a él nuevos elementos montañosos, el sistema Celtibérico sigue su rumbo hacia el NW. y llega hasta formar la Sierra de la Demanda. Esta rama, interrumpida a trechos por fosas terciarias, sigue el NE. de Burgos y se enlaza, por último, con la continuación occidental de las Cordilleras «Pirenaicas» por medio de la «zona de las Sierras».

El Sistema Celtibérico es una cadena de plegamiento alpídico reciente, que por su estilo estructural es en parte de tipo alpídico y en parte

En varias de las advertencias que preceden a mis traducciones de trabajos geológicos hechos por autores extranjeros, señalo lo importante que serían para todos los congresos o reuniones, en donde lo mismo los geógrafos y geólogos, que los historiadores, tanto españoles como extranjeros, trataran de definir y fijar los términos geográficos que necesitaran emplear. En modo alguno significa esto crítica alguna a los que usa F. LOTZE en la presente obra, que estimo acertados. (Nota del traductor.)

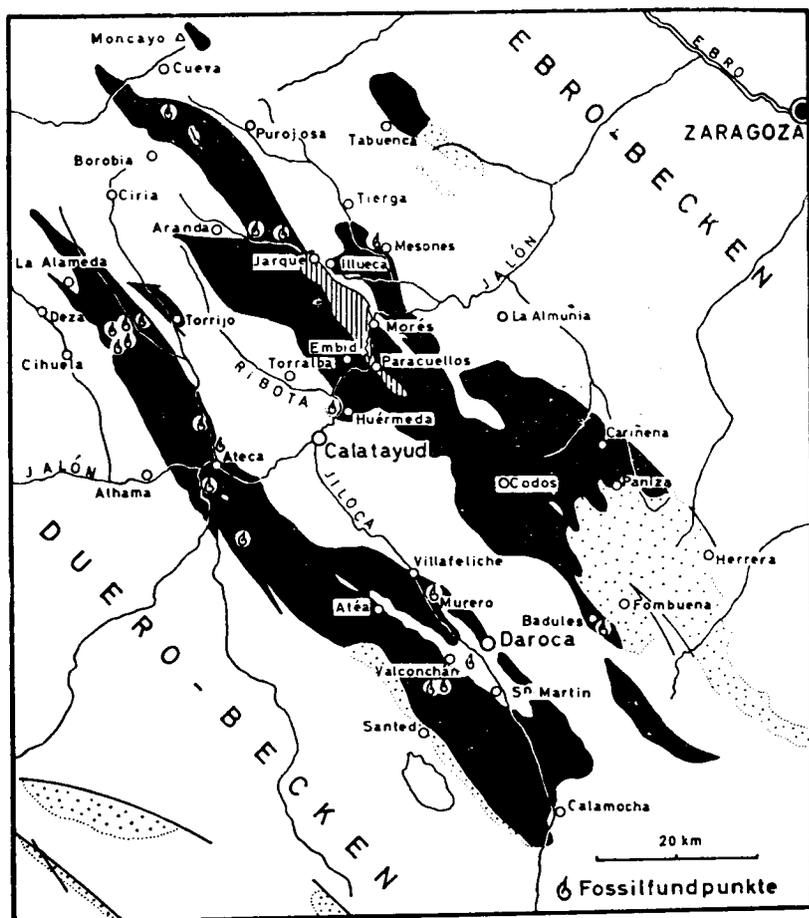


Fig. 3.—Distribución del Cámbrico en las Cadenas Celtibéricas. Escala aproximada 1:910.000. Las superficies en blanco, es decir, sin signos, indican meso y cenozoico. Los tres signos indican: el de la izquierda (en rayas), precámbrico; el del medio (en negro), cámbrico; el de la derecha (en puntos), paleozoico poscámbrico. En el interior del Mapa, las palabras debajo de la escala dicen: Yacimientos fosilíferos. Becken = cuenca.

germánico, constituyendo así una forma de transición que llamo Iberotípica (Lotze, 1958, pág. 280). En los núcleos anticlinales asoma el paleozoico en zonas más o menos alargadas, que llevan un rumbo NW.-SE.; sobre todo, en las Cadenas Ibéricas y en la Sierra de la Demanda se extiende este tipo, mientras que en las Cadenas Hespéricas sólo alcanza un desarrollo relativamente pequeño. De estos núcleos anticlinales paleozoi-

cos sólo contienen cámbrico los de Cadenas Ibéricas y los de la Sierra de la Demanda; en las primeras, los asomos cámbricos no están ligados unos con otros en forma bien manifiesta, mientras que en la Sierra de la Demanda constituyen una unidad casi completa.

1. Cadenas Ibéricas

El Cámbrico aflora lo mismo en las Cadenas Ibéricas Orientales que en las Occidentales; en las primeras, su presencia está demostrada por los hayazgos de trilobites hechos por D1 VERNEUIL y LARTET (1863), y dieron su celebridad a la localidad de Murero, que durante largo tiempo se consideraba el yacimiento más importante de la fauna cámbrica de Celtiberia, en donde se podían recoger sus fósiles clásicos. Los demás yacimientos quedaron inéditos, ya que nadie de los geólogos que estudiaban aquellos terrenos mostraron interés alguno en visitarlos, olvidando incluso algunos las Cadenas Ibéricas Orientales, como el yacimiento de Badules, ya señalado por DEREIMS (1898).

En el mapa de DEREIMS de 1898, el cámbrico de las Cadenas Ibéricas muestra una extensión de unos 250 km². En mis investigaciones del año 1928 encontré numerosos yacimientos, muchos de fósiles cámbricos: Ateca, al O. de Torrijos, entre Aranda e Illueca, al NE. de Borobia, etcétera, lo que me permite asignar al cámbrico en mi mapa una extensión de unos 1.800 km². El terciario de Calatayud lo divido en dos dominios, de los cuales el occidental es de unos 800 km², y el de las Cadenas Ibéricas Orientales es de unos 1.000 km².

a. La serie estratigráfica del Valle del Jalón en las Cadenas Ibéricas

α) El corte normal

Las Cadenas Ibéricas Orientales están serradas entre Calatayud y la Almunia por el río Jalón (figs 3 y 4), que ha labrado un hondo valle de escarpadas vertientes. La erosión fluvial del cámbrico, sobre todo entre Huérmeda y Morés (fig. 3), deja al descubierto los sucesivos estratos de modo tan limpio, que a pesar de la tectónica de fallas y escamas (figuras 4 y 5) se puede estudiar muy bien la serie estratigráfica. (B. MELÉNDEZ (1943, pág. 43) admitía solamente la existencia de cámbrico medio y cámbrico superior, y no señalaba tampoco la típica dolomita de Ribota.) Como resultado de mis investigaciones del año 1928 (Lotze, 1929) se pueden distinguir los siguientes miembros litoestratigráficos (de arriba abajo):

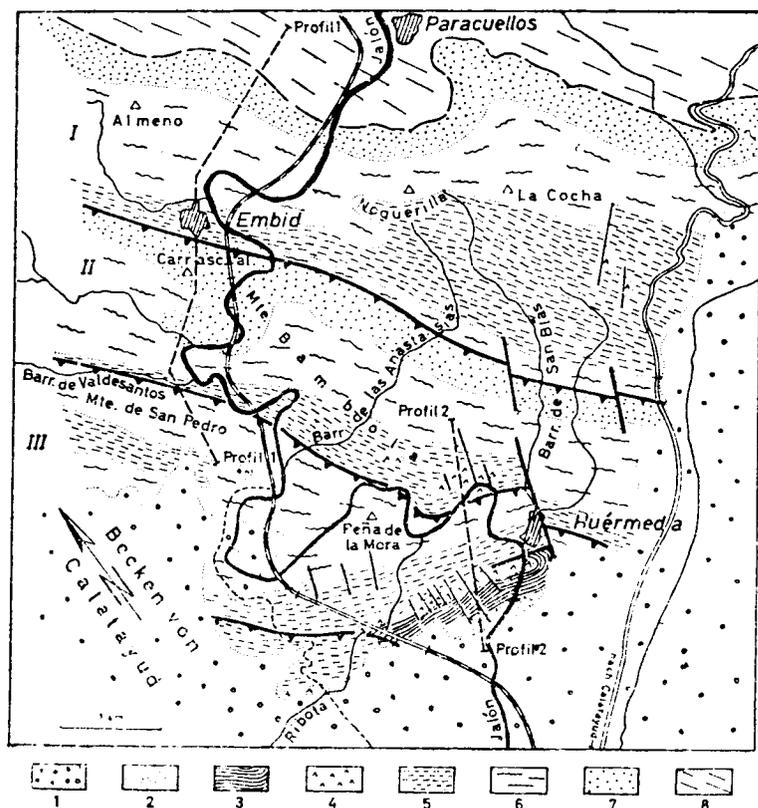


Fig. 4.—Composición geológica de las Cadenas Ibéricas Orientales de ambos lados del valle del Jalón, al NE. de Calatayud, según Lotze, 1929. Escala 1:70.000, aproximadamente. Signos:

1. Terciario de la Cuenca de Calatayud.—2. Cuarcita de Daroca.—3. Pizarra de Huérmeda.—4. Dolomita de Ribota.—5. Capas de Embid.—7. Cuarcita de Bámbola.—8. Pizarra de Paracuellos.
Profil = corte.
6. Arenisca cuarcítica, más de 50 m. (incompleta) = cuarcita de Daroca.
5. Pizarra arcillosa biotítica, unos 60 m. = pizarra de Huérmeda.
4. Dolomita con intercalaciones margoso-calcáreas de 90 a 100 m. = dolomita de Ribota.
3. Serie abigarrada de areniscas, pizarras y dolomitas unos 250 metros = capas abigarradas del Jalón.
2. Grauvakas (arriba, 200 a 250 m.) y pizarras arcillosas de color verde oliva en bandas que en la parte inferior se reducen a un espesor de unos 100 m. = capas de Embid.

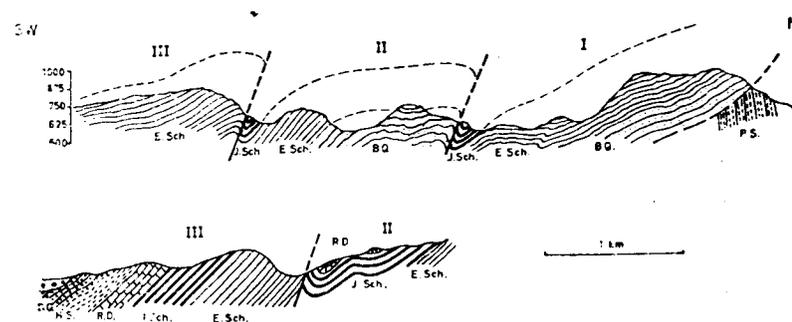


Fig. 5.—Cortes geológicos por las Cadenas Ibéricas Orientales, entre Huérmeda y Paracuellos. Escala 1:40.000

D. Q. Cuarcita de Daroca.—H. S. Pizarra de Huérmeda.—R. D. Dolomita de Ribota.—J. Sch. Capas abigarradas del Jalón.—E. Sch. Pizarras de Embid.—B. Q. Cuarcita de Bámbola.—P. S. Pizarras de Paracuellos.—La situación de los cortes se ve en la figura 4. (Profil 1, Profil 2.)

1. Cuarcita y conglomerado, con un espesor, por lo menos, de 300 metros = cuarcita de Bámbola.

Substrato o yacente = pizarras de Paracuellos.

β) Litoestratigrafía del corte del cámbrico del Jalón (fig. 6)

El substrato o yacente de la cuarcita de Bámbola comprendido entre Aluenda, Paracuellos y Saviñán está constituido por pizarras arcillosas filíticas, brillantes, de color gris verdoso, que en 1929 (pág. 194) he denominado «pizarras de Paracuellos». La superficie límite entre estas pizarras y la cuarcita de Bámbola, tramo el más bajo de la serie cámbrica, es desde luego, de carácter tectónico, de arrastre o de corrimiento. En su proximidad, las pizarras de Paracuellos están especialmente afectadas por la presión tectónica: se ven a menudo bloques de cuarcita embutidos en estas pizarras y en la cuarcita de Bámbola, o sea en el tramo más bajo de la serie cámbrica, se observan tramos o capas que muestran estiramientos y apizarramientos de carácter tectónico.

En 1929 consideraba yo a estas pizarras de Paracuellos, en su totalidad, como de edad posterior a la cuarcita de Bámbola, suponiéndola perteneciente al cámbrico superior. La razón para darles tal edad era que hacia el E. se hallaban en contacto con rocas del cámbrico superior y del ordovícico inferior, en tanto que la superficie basal de la cuarcita de Bámbola la consideraba yo como resultante de un corrimiento tectónico. Ahora, al examinar esta dislocación tectónica, pienso que se podría in-

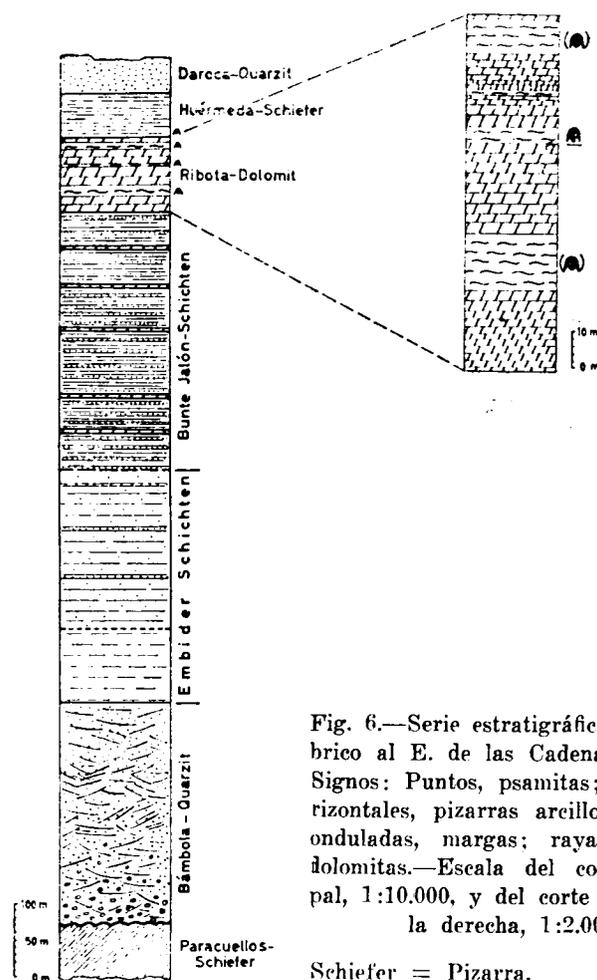


Fig. 6.—Serie estratigráfica del Cámbrico al E. de las Cadenas Ibéricas. Signos: Puntos, psamitas; rayas horizontales, pizarras arcillosas; líneas onduladas, margas; rayas oblicuas, dolomitas.—Escala del corte principal, 1:10.000, y del corte especial, a la derecha, 1:2.000

Schiefer = Pizarra.
Schichten = Capas.

Los tres signos a la derecha, arriba: fósiles.

interpretar de dos maneras: por un lado, en la zona de Paracuellos, como una superficie de cizallamiento; por otro lado, más al E., como un corrimiento plano o llano resultante de este mismo cizallamiento.

En la zona propia del cizallamiento, sobre todo en el límite al W. de Aluenda y también al W. de Paracuellos y al W. de Bizcoche, las pizarras de Paracuellos son el substrato o yacente normal de la cuarcita de Bámbola, mientras que las también llamadas «pizarras de Paracuellos», situadas al E. de la línea Serrezuela Valdelamata, es decir, al E. de una cresta de cuarcita de Bámbola, y lo mismo las pizarras que se encuentran al E. de Morés y Purroy, también afectadas por el movimiento tectóni-

co, son de edad más reciente y están situadas bajo el corrimiento constituido por la cuarcita de Bámbola o por un manto intermedio que contiene la dolomita de Ribota.

De todo esto debemos deducir que sólo para esta parte de la región pueden servir todavía mis interpretaciones de 1929 (págs. 195 a 201). En cuanto a las restantes «pizarras de Paracuellos» habría que considerarlas como del precámbrico, ya que, en efecto, muestran el mismo carácter petrográfico de las que se encuentran en el substrato de la cuarcita de Bámbola de la Sierra de la Demanda, como veremos más adelante. El concepto «pizarras de Paracuellos», por tanto, según mis descripciones de 1929, tienen un carácter menos estratigráfico que tectónico. Para considerarlo como un horizonte o tramo típicamente estratigráfico, de ahora en adelante limitaremos este nombre de «pizarras de Paracuellos» solamente a las pizarras que en las Cadenas Ibéricas forman el substrato estratigráfico de la cuarcita de Bámbola.

1. La cuarcita de Bámbola, de unos 300 m. de espesor, está constituida por una roca firme, dura, en forma de bancos gruesos o en masa. Solamente en la parte superior, o sea hacia el techo se intercalan en ella pizarras arcillosas en bancos o lechos de color oliva o verdoso. La cuarcita de Bámbola del Valle del Jalón, en el congosto que se inicia poco más abajo de Calatayud, forma paredones verticales o muy escarpados; en general la roca posee una estratificación entrecruzada muy bien destacada y se compone principalmente de arenas silíceas, blancas, de grano grueso y cementadas por la sílice. Hay estratos en donde los granos de cuarzo son tan gruesos, y, sobre todo en la parte inferior y a veces arriba, que llegan a tener el tamaño de una nuez o incluso de un huevo de gallina y están constituidos por cantos bien redondeados de cuarzo puro. En los horizontes más bajos, sobre todo en Saviñán, se acumulan los cantos rodados en lechos o capas de conglomerado que llegan a formar bancos gruesos, en donde los componentes están constituidos exclusivamente por cuarzo puro; esporádicamente aparecen también aquí y allá algunos cantos rodados de una metapizarra oscura de aspecto litético. Los caracteres principales más caracterizados de la cuarcita de Bámbola son su grano rueso, tener entre sus constituyentes los cantos rodados, las metapizarras silíceas oscuras y, por último, la ya citada estratificación entrecruzada.

2. Las capas de Embid están enlazadas con la cuarcita de Bámbola por una escasa alternancia de pizarras y cuarcitas, como ocurre sobre todo al O. del cerro del Carrascal (fig. 4). Al disminuir la arenisca se desarrollan aquí las pizarras arcillosas de Embid, que están constituidas por material compacto, duro, graso al tacto o con pizarrosidad gruesa, don-

de aparecen intercalaciones de arenas y de arcillitas bandeadas, dando en total unos 100 m. de espesor. Al meteorizarse, se tornan de color verde oliva que pasa a verde gris amarillento pardusco o de color cuero. En la parte superior se intercalan bancos delgados de arenisca y grauvaca y así resulta una alternancia de pizarras de color verde sucio, entre las que aparecen aquí y allá grauvacas calizas y arcosas con areniscas claras cuarcíticas. En el centro de este horizonte de grauvacas, que llega a tener 200 a 250 m. de espesor, las rocas se presentan en bancos muy gruesos y dan así laderas acantiladas de dura compactidad.

3. Entre las capas de Embid y las que le siguen, es decir, las «capas abigarradas» del Jalón, que tienen un espesor de unos 350 m., se observa una transición lenta. Las grauvacas, que en parte se hacen cuarcíticas y a menudo se enlazan con otras cuarcitas grises o blancas, o del tipo de la cuarcita de Bámbola, constituyen la parte principal de la serie. En general los estratos son aquí bancos relativamente delgados, sobre todo allí donde las grauvacas se hacen compactas, y se diferencian así de las cuarcitas en masa de Bámbola. Es frecuente en ellas la formación de bien definidos y bonitos rippelmarks y canales de oleaje. Lo más característico de este tramo son las intercalaciones de bancos de dolomita y de pizarra; los de pizarras son de color oscuro o azul-lila, a veces azul-negro; otras veces, en bancos de color verde oliva y a menudo abundantes en cristales de piritita e incluso ocasionalmente con pequeñas escamas de biotita. Las dolomitas que aparecen intercaladas en gruesos bancos son compactas, astillosas; en el interior, de color amarillo claro a gris blancuzco, pero al exterior toman una pátina de meteorización de color pardo oscuro. También aparecen lechos de caliza dolomítica impura.

4. Las «capas abigarradas del Jalón» pasan rápidamente hacia arriba a margas pobres en arenas, que luego se desarrollan primeramente en una alternancia de margas delgadas con bancos de caliza y de dolomita y más arriba sigue una serie completa de dolomitas en bancos gruesos. Como *Locus typicus* de esta dolomita de Ribota se puede considerar el monte entre el Jalón y el Arroyo de Ribota, al SO. de Huérmeda (véase la fig. 4), en donde yo, en 1928, hallé los primeros trilobites. Aquí se encuentra la siguiente serie de distintos tramos (de arriba abajo):

- h) Banco de dolomita compacta, de 1 a 1,5 m.
- g) Pizarras margosas con restos de trilobites, unos 8-9 m.
- f) Dolomita, unos 20 m.; sobre todo en las partes inferior y superior es de grano grueso, cristalino y en bancos compactos, que al meteorizarse toman un color pardo a negruzco; en el centro se encuentran bancos más delgados y calizos, alternantes con margas.
- e) Margas con trilobites (yacimiento principal), unos 4-5 m.

- d) Dolomita en bancos gruesos, de textura sacaroidea, que, en general, al meteorizarse, toma un color pardo oscuro, unos 25 m.
 - c) Marga, predominantemente caliza, con restos de trilobites, unos 15 metros.
 - b) Dolomita, en el interior, amarillento; al exterior, meteorizada, de color pardo oscuro, unos 12 m.
 - a) Caliza dolomítica, gris claro, compacta, en bancos delgados, unos 10 metros.
- Substrato o yacente: capas de transición a las «capas abigarradas del Jalón».

La roca principal es, según esto, una dolomita por lo general de grano grueso, a veces compacta; cuando no está meteorizada tiene un color gris a amarillento; de modo subordinado aparecen intercalaciones de margas y calizas. Por lo menos, son las dolomitas, en gran parte, formaciones primarias sedimentarias, a las que luego pudieran sumarse fenómenos de dolomitización.

5. Sobre este horizonte tan característico de dolomita se encuentra una serie de pizarras arcillosas de color gris sucio en la cual, en la parte inferior, aparece un horizonte arenoso, y en la parte superior, bancos más gruesos de cuarcitas intercaladas. Esta «pizarra de Huérmeda» tiene como carácter principal la abundancia de biotita en forma de escamas pequeñas y llega a ser muy abundante. Su origen sedimentario es seguro. En la base se encuentra un delgado banco de lidita, que alcanza una gran extensión.

6. Los bancos de cuarcita de la parte superior de las pizarras de Huérmeda se juntas hacia arriba y así se constituye una serie arenosa que probablemente corresponde a la parte inferior de las cuarcitas de Daroca (que más adelante, véase pág. 29, serán descritas con más detenimiento y con este mismo nombre de «cuarcita de Daroca»). Esta serie consta de areniscas y grauvacas grises a blancuzcas y está compuesta por bancos más o menos gruesos, cuarcíticos compactos, de color gris a amarillento. La serie silicea queda interrumpida por delgadas intercalaciones de pizarras arcillosas. En la base se encuentran bancos de arenisca algo más caliza.

El corte del cámbrico de la Garganta del Jalón termina con estas capas, que se ocultan bajo el terciario de la cuenca de Calatayud.

γ) Bioestratigrafía del Corte normal fundamental (1)

1. En la cuarcita de Bámbola no se han encontrado fósiles.
2. Los primeros indicios de seres vivientes se encuentran en las capas de Embid, en su parte superior, es decir, en las grauvacas. En determinados horizontes se encuentran como unas concreciones, unas nebulosas, irregulares y otras tubulares; por lo menos estas últimas, tubulares, se asemejan bastante a los *Scolithus* y podrían interpretarse como producidas por seres de tipo gusano. En algunos sitios, como por ejemplo, en el cerro de La Cocha, al S. de Paracuellos (fig. 4), lo mismo que al E. de Torralba (fig. 3), pueden hallarse bancos llenos de tales *Scolithus*. Las huellas segmentadas de Torralba son difíciles de interpretación desde el punto de vista de la Paleoicnología.
3. En las «capas abigarradas del Jalón» las caras inferiores de los bancos delgados de areniscas muestran pistas de reptación innegables de animales inferiores, incluso posibles de trilobites. En la proximidad al límite con las dolomitas de Ribota se han podido encontrar restos fósiles indeterminables que tal vez pudieran pertenecer también a los trilobites.
4. La dolomita de Ribota es la que ha dado los trilobites más antiguos que seguramente podemos darles este nombre. Restos desvanecidos de los trilobites se hallan bastante distribuidos doquier en las capas margosas intercaladas entre las dolomitas, pero los trilobites auténticos, bien conservados, solamente se encuentran en las intercalaciones margosas un poco gruesas.

En 1928, en dos puntos distintos del horizonte e) del corte especial anotado en la pág. 23, encontré trilobites que R. y E. RICHTER consideraban al principio (LOTZE, 1929, pág. 27) como *Ptychoparia? ribotana* n. sp. y *Agraulos* sp. En un estudio más detenido de 1948, tales fósiles, estudiados por los mismos autores, el primeramente citado se describe con detalle como la forma más antigua de *Lusatiops ribotanus* R. y E. RICHTER; la segunda forma, en cambio, lleva a considerar a estos autores (1948, página 34) como del grupo de los «Ellipsocephalidae», de género y especie indeterminados, y E. y R. RICHTER (loc. cit.) dicen respecto a esta cuestión: «En la parte sur de sus yacimientos, a *Lusatiops ribotanus* acompaña, por lo menos, un género de otra subfamilia de los Ellipsocephalidae;

(1) Bajo este título de «fundamental» o «principal» distingo de los restantes «normales» al corte hecho en la serie cámbrica por la profunda erosión vertical del río Jalón, que atraviesa en honda garganta transversalmente las Cadenas Ibéricas Orientales entre Huérmeda y Riela.

aparecen glabelas que al principio se muestran lisas y poco características. Es posible que la presión tectónica haya deformado a fondo estos restos más que los de *ribotanus*, de tal manera que la forma primitiva no se puede describir con confianza. Al afinarse cada vez más este grupo y establecerse nuevas clasificaciones de géneros en los Ellipsocephalidae, el material de que se dispone no permite todavía dar una determinación genérica segura.» En una nueva revisión de los hallazgos de 1928, sumados a las nuevas revisiones de los años 1953 y 1955, Sdzuy supone que la forma «*Agraulos* sp.» pertenece a *Kingaspis* (que en el tomo II de esta monografía será objeto de descripción más detenida, dándole la especie nueva *velatus*).

En las colectas del año 1965 hemos hallado dos intercalaciones margosas de trilobites de edad distinta una de otra, ricas en individuos, pero pobre en especies. La capa más antigua aflora en la parte alta de la cresta, entre el arroyo Ribota y el Jalón, al SW. de Huérmeda (fig. 4); el punto de hallazgo del yacimiento se encuentra a unos 60 pasos de la cumbre del cerro, con rumbo S.; se alcanza este punto partiendo desde la cumbre y cruzando las capas a lo largo de la loma. Aquí encontramos varios yacimientos, próximos unos a otros, con numerosos fragmentos de *Strenuaeva incondita*, Sdzuy, 1961.

El segundo horizonte fosilífero está a unos 95 pasos de distancia del primero, en la dirección del techo o pendiente de la serie estratigráfica. Se llega a él partiendo del yacimiento anterior, casi en la misma dirección, pero un poco hacia el O., torciendo cuesta abajo. Al divisar un pequeño corral que se encuentra al otro lado del Jalón, cerca de la confluencia de los caminos de Huérmeda y Calatayud, este segundo yacimiento contiene los siguientes fósiles:

Lusatiops ribotanus, R. y E. RICHTER, 1948.

Kingaspis velatus, Sdzuy, 1961.

Metadoxides, sp.

Es decir, tenemos aquí la misma fauna hallada en el yacimiento situado más al S. de los del año 1928. En efecto, se trata de las mismas intercalaciones margosas, pero, sin embargo, sorprende lo distinto que es el carácter de ambas faunas: a pesar de que el número de individuos es lo mismo en uno que en otro de los yacimientos, se ve que las dos zonas margosas no contienen en común trilobites alguno. La banda inferior, que llamaremos «banda *incondita*»; la superior recibe el nombre de «banda *velatus-ribotanus*». En cuanto a los demás fósiles, ya el año 1929 cité de la dolomita de Ribota:

Hyolites, sp.

¿*Volborthella*?, sp.

Desde luego, esta última atribución que he puesto con interrogante, es muy dudosa y además no tiene ningún valor especial bioestratigráfico, como fósil característico.

5. En las «pizarras de Huérmeda» de la localidad tipo no encontré en 1928 ningún trilobites, puesto que el yacimiento citado en 1929, página 28 no procede de aquí, sino que como ya digo bien claramente en la página 51 de esa misma obra, se encuentra en una localidad de las Cadenas Ibéricas Occidentales. El fósil fué determinado por R. y E. RICHTER en 1948 como *Lusatiops*, sp., pero según SDZUY (1961, pág. 233) es probablemente *Strenuaeva*.

En las colectas hechas en 1955, en las pizarras más bajas de Huérmeda, de la localidad tipo, hemos visto los siguientes trilobites:

Lusatiops ribotanus, R. y E. RICHTER.

Micmaca aff. *coloi*, HUPÉ, 1953.

Redlichia, n. sp.

Strenuaeva, sp.

La presencia de *Lusatiops ribotanus* demuestra la íntima afinidad que hay entre las pizarras bajas de Huérmeda y la dolomita de Ribota, en cuya parte superior aparecen intercalaciones margosas del mismo carácter. Los otros géneros citados aquí se presentan por primera vez, lo que nos permite denominar al horizonte fosilífero de las capas más bajas de las pizarras de Huérmeda el nombre de «banda *Redlichia-Micmaca*».

6. Las rocas arenosas que siguen a las pizarras de Huérmeda y que afloran muy poco completas no han dado en el corte del Jalón ningún fósil determinable. Los bancos de areniscas calizas de la base son abundantes en restos de braquiópodos y de otros fósiles semejantes a *Volborthella* (ortocerátido), pero hasta ahora no hemos podido determinar ninguna forma segura.

δ) La edad de las capas

Para formar un juicio sobre la edad de la serie de capas del Valle del Jalón sólo podremos tener en cuenta los trilobites de la dolomita de Ribota y de la base de las pizarras de Huérmeda. Una circunstancia desfavorable es, además, que, precisamente en este caso, las tres especies definibles con exactitud de trilobites de la dolomita de Ribota sean nuevas, es decir, que no se conocen todavía de ningún otro sitio, lo que nos obliga a renunciar a la edad de las capas con la exactitud debida, porque las determinaciones de los géneros son para tal fin del todo insuficientes.

a) El género *Strenuaeva* se encuentra en Noruega y Polonia por primera vez en las capas de *Holmia*, pero también está representado en la serie de capas de *Protolenus* que le siguen (SAMSONOWICZ, 1960, pág. 90, lo cita en el anticlinorio de Klimontow con dos especies). En Marruecos, según HUPÉ (1953), *Strenuaeva* se encuentra en su zona cuatro, es decir, bastante profunda en la serie; según una nueva descripción de HUPÉ (1960), sube hasta el cámbrico inferior alto. En Murero, este género, como ya veremos más adelante, incluso acompaña a *Paradoxides mureroensis* que se encuentran en el cámbrico medio más bajo. Desde luego, la circunstancia de que *Strenuaeva* sea el único elemento exclusivo del nivel margoso más bajo de las dolomitas de Ribota, y que no le acompañe ningún otro fósil, induce a considerarlo de edad cámbrico-inferior, si bien la filiación estratigráfica precisa habrá que dejarla por ahora sin determinar. En todo caso, *Strenuaeva* correspondería al piso de *Holmia* o al piso de *Protolenus*.

b) El género de protolénidos *Lusatiops*, fuera de España, solamente se puede decir que existe con seguridad en Görlitz (Lausitz, en Alemania), Marruecos y Corea. En Görlitz se encuentra unido a *Olenellus* y *Wanneria*, y por tal razón, SDZUY (1960, pág. 106) lo sitúa en la parte superior de las capas de *Holmia* de Europa nórdica y oriental. En Marruecos, según HUPÉ (1960), *Lusatiops* comienza en la parte superior de su piso Tassouektiense, que corresponde al tercero de sus cuatro pisos del cámbrico inferior y alcanza hasta las capas basales del cámbrico medio. En Corea, las capas que llevan *Lusatiops* (pizarras de *Protolenus*) están cubiertas por una potente serie de pizarras con especies de *Redlichia*, a las cuales acompaña también *Bonnia*, pero en las que no se encuentran aún formas mesocámbricas características. KOBAYASHI (1956) nos hace ver que estos *Redlichias* asiáticas deben ser, en general, del cámbrico inferior. Con todo esto, parece que *Lusatiops* tiene su situación estratigráfica en el cámbrico inferior, si bien no en los estratos más altos, sino en un nivel bastante bajo, es decir, en las capas que están por debajo de las de *Redlichia*.

c) El género *Kingaspis*, según HUPÉ (1953-1960, pág. 79), aparece en el cámbrico inferior más alto. Según SDZUY (comunicación escrita), debido a caracteres diferenciales, las especies de este género no deben de ser de *Kingaspis*, ni tampoco de *Paleolenus*. *Kingaspis* se encuentra en la región del Mar Muerto, pero su posición estratigráfica allí es poco segura para que nos podamos decidir a establecer conclusiones que fueran aplicables a España.

d) Las especies de *Metadoxides* están al NW. de España, como más adelante veremos, ligadas a Dolerolénidos que deben servir para caracterizar el cámbrico inferior más bajo.

e) En cuanto al género *Micmacca*, me dice Sdzuy:

«Algunas especies de *Micmacca* que se parecen mucho a las de Huérmeda, se encuentran en las capas de *Callavia*, de Shropshire. En Cörlitz se encuentra *Micmacca* en unión de Olenélidos (aunque hay una diferencia de especie respecto a la española); por el contrario, en Marruecos aparece una especie muy semejante a la española en la zona 7, es decir, después de la extinción de los Olenélidos. En Alemania, incluso aparecen especies típicas de *Micmacca* (que se parecen mucho a las españolas) en el mesocámbrico seguro.»

En un reciente trabajo, HUPÉ (1960) considera *Micmacca* como de la parte superior de su piso Tasusequetiense, y que llega hasta el comienzo del cámbrico medio, es decir, en el mismo tiempo, estratigráficamente considerado, que *Lusatiops*.

f) *Redlichia*, según Sdzuy no da un nivel estratigráfico suficientemente claro. En Marruecos se encuentran algunos géneros que son, por lo menos, bastante parientes de *Redlichia*, o que incluso pueden llegar a ser sinónimos de este género (SCHINDEWOLF, 1955, y con reserva, HENNINGSMOEN, 1958). Estos géneros, según HUPÉ (1953), se encuentran en sus zonas 1 y 3, es decir, en la parte más baja del cámbrico inferior. En Asia oriental y Australia, por el contrario, *Redlichia* se considera en general como perteneciente al cámbrico inferior alto (véase lo que antes decíamos de *Lusatiops*). Según OPIK (1956), este género incluso debe subir hasta el mesocámbrico.

En resumen, en cuanto a lo que acabamos de decir sobre la fauna de los horizontes estratigráficos más bajos, es decir de la «banda *incondita*» y de la «banda *velatus-ribotanus*», muestra un sello de mayor antigüedad que la fauna de la «banda *Redlichia-Micmacca*», que en cambio, por la adición de los géneros *Micmacca* y *Redlichia* a *Lusatiops ribotanus*, tiene el «aspecto» de ser más reciente. Estas tres faunas debemos considerarlas como del cámbrico inferior, con lo cual se consolida lo que ya he dicho en 1929, y que HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1935) y MELÉNDEZ (1943) denegaban o dudaban. En cambio, R. y E. RICHTER (1948) confirmaban la edad del cámbrico inferior de la dolomita de Ribota y de las pizarras de Huérmeda. En todo caso, la dolomita de Ribota podríamos considerarla también del cámbrico inferior «medio», es decir del piso de *Holmia*, mientras que la pizarra de Huérmeda, a pesar de que *Lusatiops ribotanus* continúa subsistiendo, por la presencia de nuevos elementos podríamos y deberíamos considerarla del cámbrico inferior alto, es decir, del piso de *Protolenus* de la región escandinavo-polaca, si bien próxima a su base.

En la serie de *Lusatiops-Redlichia* se encuentran circunstancias en Celtiberia bastante concordantes con las de Corea, en donde, según SAR-

to (1934), sobre las pizarras de *Lusatiops* aparecen unos cientos de metros con distintas especies de *Redlichias*.

En las capas inferiores a la dolomita de Ribota, debiéramos considerar que existen equivalentes del cámbrico inferior bajo. El límite entre el cámbrico y el algónquico y la discordancia entre la «cuarcita de Bámbola» y la «pizarra de Paracuellos», debemos situarla en este nivel, en donde «parecen tan bruscamente circunstancias no solamente sedimentarias, sino también tectónicas.

b. La serie sedimentaria al este del valle del Jiloca, entre Daroca y Villafeliche, en las Cadenas Ibéricas Occidentales

Desde Villafeliche, a orillas del río Jiloca, hasta la zona situada al SE. de San Martín, pasando por Daroca, aparece una estrecha banda de cámbrico que en el E. está limitada por el terciario de la cuenca de Calatayud, y por el W., por una cuenca secundaria afluyente a aquélla, estrecha, que es la del Jiloca. En Villafeliche se confunde esta faja con el complejo principal del Paleozoico de las Cadenas Ibéricas Occidentales, y lo mismo ocurre al SE. de San Martín (fig. 3).

En esta estrecha faja de cámbrico se encuentra la célebre localidad de Murero, que para la estratigrafía del cámbrico español es, acaso, una de las zonas más importantes de toda la Península Ibérica.

α) El corte normal (fig. 7)

El cámbrico entre Murero y Villafeliche se puede dividir en los siguientes tramos:

- Techo o pendiente, alternancia de areniscas o pizarras.
- 5. Capas de Villafeliche, 200 a 250 metros.
- 4. Capas de Murero (Margas de Trilobites), unos 200 metros.
 - b) Capas superiores de Murero, unos 150 metros.
 - a) Capas inferiores de Murero, más de 50 metros.
- 3. Cuarcita de Daroca, 100 a 150 metros.
- 2. Pizarras de Huérmeda, 50 a 100 metros.
- 1. Dolomita de Ribota, incompleta.

β) Litoestratigrafía

1. En Daroca y San Martín, en la base de un manto de corrimiento plano, aparece la dolomita, de color pardo oscuro por su meteorización; esta roca es del mismo tipo que el de la dolomita de Ribota del corte del Jalón. Lo mismo que allí, un estrato margoso un poco grueso intercalado

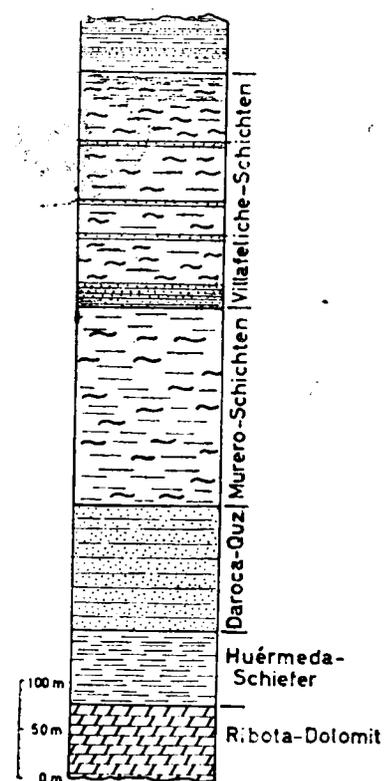


Fig. 7.—Serie estratigráfica del Cámbrico en Daroca. Escala 1:7.500. Los signos son idénticos a los de la fig. 6

separa así la dolomita en dos partes. Por su identidad con la dolomita de Ribota de la localidad tipo no cabe duda alguna de que se trata del mismo tramo estratigráfico.

2. Sobre la dolomita aparece una zona de transición de poca potencia, de arcillitas pizarrosas algo margosas, de color pizarroso azulenco o gris verdoso, rica en mica y a veces arenosa, que, sin embargo, no llega a constituir verdaderas areniscas. Estas pizarras están resueltas en muchos bancos, por la acumulación de finos estratos de escamas de biotita meteorizada, que entre otros detalles, son interesantes por sus halos pleocroicos. Litoestratigráfica y petrográficamente se pueden asimilar o igualar a las pizarras de Huérmeda del corte del Jalón.

3. Hacia arriba, estas pizarras pasan, en parte, a areniscas y cuarcitas blanquecinas o grises, que se presentan en general en bancos gruesos, si

bien, a veces, delgados también. En Daroca, estas rocas son cómodas de observar en los valles transversales, en donde alcanzan potencias de 100 a 150 metros. Por su excelente presentación aquí le dimos en 1929 el nombre de «cuarcita de Daroca».

4. Sobre estas cuarcitas siguen, por una transición de carácter alterante, las «capas de Murero», que están constituidas por una potente serie de margas o arcillitas exentas de arena o que contienen poco de este material. Sobre todo se ven muy bien en la Rambla de Valdemiedes (figura 3), en el mismo Murero, que es la localidad clásica, en donde aparecieron los primeros trilobites cámbricos de Celtiberia y que ya fueron estudiados en detalle por DEREIMS en 1898, pero el corte que este autor dió y que fué adoptado por publicaciones posteriores, como las de DOUVILLÉ (1911) y HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1935), es demasiado esquemático para poder distinguir la serie de capas que se deben deslindar en él. De aquí que nosotros hayamos hechos una división estratigráfica del yacimiento, como se ve en la figura 9.

En la parte inferior de la serie aparecen pizarras mates de color gris oscuro a verde sucio. La proporción de caliza aquí es escasa; en cambio, abundan los granos de arena de grano fino y las pajuelas de mica. Hacia arriba siguen rocas margosas que, primeramente, muestran un color semejante a las acabadas de citar, pero que poco a poco se tornan más blancas y brillantes, de color gris-verdoso-azul claro y ya son más ricas en caliza o dolomita. El carbonato se concentra en lentejones de forma de pan alargado y en bancos delgados, sin que, sin embargo lleguen a constituir bancos de caliza o de dolomita. Al meteorizarse, la caliza revela su clásica forma de estratos «rizados». En los niveles superiores, estas intercalaciones son menos frecuentes o llegan a concentrarse en series de bancos más potentes.

DEREIMS (1898, pág. 30) da un valor especial al horizonte de color rojizo que se encuentra encima de esta serie y le sirve como horizonte guía para el hallazgo de la fauna. DONAYRE (1873, pág. 54) dice que las capas rojizas rodean las que llevan los fósiles. En realidad, en las de la Rambla de Valdemiedes, la parte más baja de las capas de Murero es de color rojizo y está cortada por una falla que debe estar en relación con la tectónica alpidica de la región. Es posible que las soluciones mineralizadas hayan ascendido por la falla, que más tarde durante el terciario dieran la meteorización rojiza. Se observa también en la parte inferior de la Rambla una zona más característica y fuertemente tectonizada que muestra en la base una potente zona brechosa, asimismo en parte de color rojo. Esta debe ser la zona que para DEREIMS era el «horizonte guía». En realidad se trata de una falla tendida de primer orden y en modo

alguno de un horizonte estratífico, si bien aquí la zona, en parte, es casi paralela a la estratificación. Un color rojo característico como sedimentario no lo he visto en parte alguna de las margas con trilobites del cámbrico celtibérico.

5. Hacia el techo, es decir, hacia la parte superior, aparecen las margas de trilobites de la Rambla de Valdemedias, y lo mismo ocurre en el valle del Jiloca en Villafeliche. Al principio tienen un carácter de roca arenosa, pero pronto acaban por constituir un paquete de cuarcitas y pizarras que constituye la formación basal de las «capas de Villafeliche», cuya potencia en total es de 200 a 250 m. Este horizonte de areniscas constituye así un buen límite para separarlas de las capas de Murero que se encuentran en la parte inferior, es decir, en el substrato de las capas de Villafeliche. Sin embargo, la constitución petrográfica de las capas de Murero es en parte muy semejante, si bien la constitución petrográfica es más variada. Así se ve que aparecen bancos de arenisca y de cuarcita y a veces intercalaciones delomíticas o calizas, que, según cada caso, permiten establecer una subdivisión petrográfica más fina de las capas de Villafeliche. En la parte superior, sobre todo en el camino de Villafeliche a Ateca, se pueden observar horizontes más pobres en arena que los inferiores; en estos niveles más altos aparecen más frecuentemente pizarras finas de color azulenco a verdoso, como intercalaciones entre las margas, que son las que forman la totalidad de la masa. Estas alternancias establecen la transición a la serie siguiente más reciente.

γ) Bioestratigrafía

1. En los estratos equivalentes a los de la dolomita de Ribota no se encuentran fósiles en el valle del Jiloca.

2. Las pizarras de Huérmeda, representadas por sus equivalentes en el Barranco de Arcilay, al E. de Báguena, solamente han dado un resto de fósil, que hasta ahora no ha sido posible determinar.

3. En dos bancos de arenisca caliza de la base de la cuarcita de Daroca en San Martín aparecen las mismas formas, semejantes a las ya citadas de *Volborthella* de los equivalentes de la cuarcita de Daroca en el corte del Jalón.

En los años 1953 a 1955, en este último año en unión de Szuy, en la Rambla de Valdemedias, en Murero, hemos hecho colectas de trilobites en las margas, horizonte por horizonte. La totalidad de la serie, como ya antes hemos dicho, ha sido cortada por una falla que la divide en dos partes: una a la que llamamos complejo A inferior o baja y otra a la que llamamos complejo B o alta. Entre ambos complejos existe una

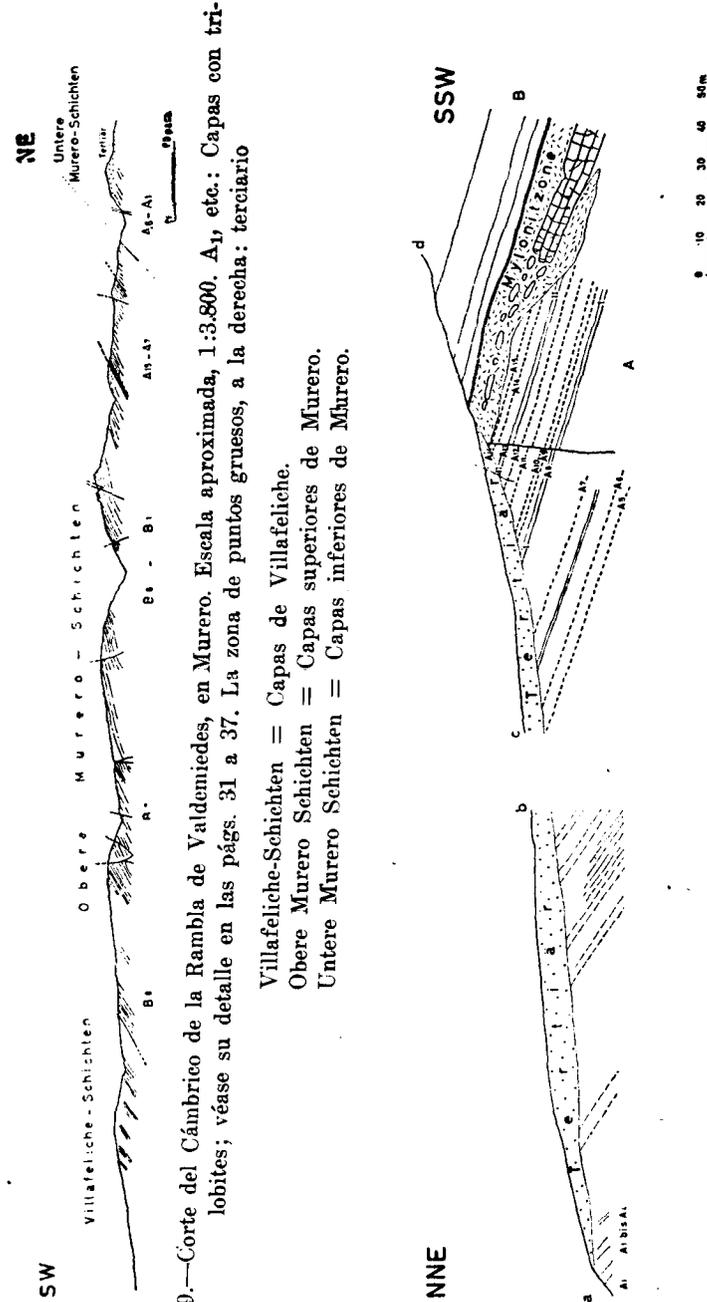


Fig. 9.—Corte del Cámbrico de la Rambla de Valdemedias, en Murero. Escala aproximada, 1:3.800. A₁, etc.: Capas con trilobites; véase su detalle en las págs. 31 a 37. La zona de puntos gruesos, a la derecha: terciario

Villafeliche-Schichten = Capas de Villafeliche.
 Obere Murero Schichten = Capas superiores de Murero.
 Untere Murero Schichten = Capas inferiores de Murero.

Fig. 10.—Corte por las capas de Murero en la parte superior, al NE. de la Rambla de Valdemedias de Murero. Escala, 1:2.000 aproximada

El segmento de la derecha c-d corresponde a los afloramientos de la vertiente de la Rambla; el segmento izquierdo, a-b, se ha esquematizado y dibujado por la proyección de los afloramientos en la Rambla. Estratigráficamente, las capas más altas de este segmento en b se enlazan con las capas más bajas del segmento en c. Los signos de A₁, etc., se refieren a los yacimientos de trilobites de la pág. 31 a 33.

laguna sedimentaria que ha destruido o eliminado las capas y que nos impide saber la potencia que tendría la serie sedimentaria en la zona de la falla.

1. Complejo sedimentario A

En el complejo A, es decir en la parte más baja de las margas de Murero, se pueden hallar trilobites en 15 yacimientos distintos, más o menos ricos en fósiles, que aquí numeraremos, según su sucesión estratigráfica, de A₁ a A₁₅. La ordenación más exacta de las capas la anotamos en el perfil o corte de la figura 10 y su situación geográfica se señala en la figura 8.

- Capa A₁ (El cámbrico más bajo de la serie, que aflora en este punto):
1 resto indeterminable.
- Capa A₂ (Un poco más arriba que A₁, en el lado occidental del valle):
3 piezas también indeterminables.
- Capa A₃ (En el lado oriental del valle, un poco más antigua que A₂):
Termierella sp.
Termierella sp.
Perrector? sp. indet.
- Capa A₄ (Un poco por encima de A₃):
Hamatolenus (H.) *ibericus* SDZUY 1958.
Lusatiops sp.
Termierella sp.
- Capa A₅ (Bastante más arriba de A₄). Véase fig. 10:
Hamatolenus (H.) *ibericus* SDZUY 1958.
- Capa A₆ (Véase fig. 10):
Hamatolenus ibericus.
Hamatolenus cf. *ibericus*.
Hamatolenus ibericus.
Alueva undulata SDZUY 1961.
- Capa A₇ *Paradoxides Mureoensis* SDZUY 1958.
- Capa A₈ (Banco guía I):
Alanisia hastata SDZUY.
Paradoxides mureoensis.
Hamatolenus (Lotzeia) Lotzei.
Hamatolenus ibericus.
- Capa A₉ (1,5 m. sobre el límite superior del banco guía I):
Alanisia hastata.
Paradoxides mureoensis.
- Capa A₁₀ (2,7 m. sobre el banco guía):
Alanisia hastata.

Paradoxides mureoensis.

Hamatolenus (H.) *ibericus*.

Capa A₁₁ (Unos 6 m. sobre el banco guía):

Strenuaeva sampelayoi moratrix.

Paradoxides mureoensis.

Alanisia hastata.

Alanisia hastata.

Capa A₁₂ (Unos 9 m. sobre el banco guía):

Alanisia hastata.

Strenuaeva sampelayoi moratrix.

Paradoxides mureoensis.

Capa A₁₃ (Banco guía II. Unos 11-11,5 m. sobre el banco guía I):

Alanisia hastata.

Strenuaeva sampelayoi moratrix.

Paradoxides mureoensis.

Capa A₁₄ (Unos 15 m. sobre el banco guía I):

Alanisia hastata.

Paradoxides mureoensis.

Capa A₁₅ (Unos 17 a 17,5 m. sobre el banco guía I):

Alanisia hastata.

Paradoxides mureoensis.

A fin de hacer más clara la estratigrafía que acabamos de describir, en la figura 11 se han señalado de modo gráfico los distintos elementos sedimentarios de la serie. De este cuadro se deduce lo siguiente:

1. Las capas más bajas (incluyendo A₄) están caracterizadas por los géneros *Termierella*, *Lusatiops* y *Perrector?*; hacia arriba se les agregan algunos *Hamatolenus ibericus*.
2. En la capa A₅ faltan las tres formas primeramente citadas y domina *Hamatolenus ibericus*.
3. La capa A₆ está caracterizada por *Hamatolenus ibericus* y *Alueva undulata*, que no aparece en ningún otro sitio.
4. En la capa A₇ comienza *Paradoxides mureoensis*.
5. La capa A₈ está caracterizada por la siguiente combinación: *Paradoxides mureoensis*, *Alanisia hastata*, los dos de igual frecuencia, *Hamatolenus (Lotzeia) Lotzei*, además, *Hamatolenus ibericus*.
6. Las capas A₉ y A₁₀ tienen la misma combinación, pero faltan a partir de ellas *Hamatolenus Lotzeia Lotzei*.
7. Las capas A₁₁-A₁₃ se caracterizan por *Strenuaeva sampelayoi moratrix* (dominante), *Alanisia hastata* y *Paradoxides mureoensis*. Las capas A₁₄ y A₁₅ contienen sólo *Paradoxides mureoensis* y *Alanisia hastata* (sin *Strenuaeva sampelayoi moratrix*).

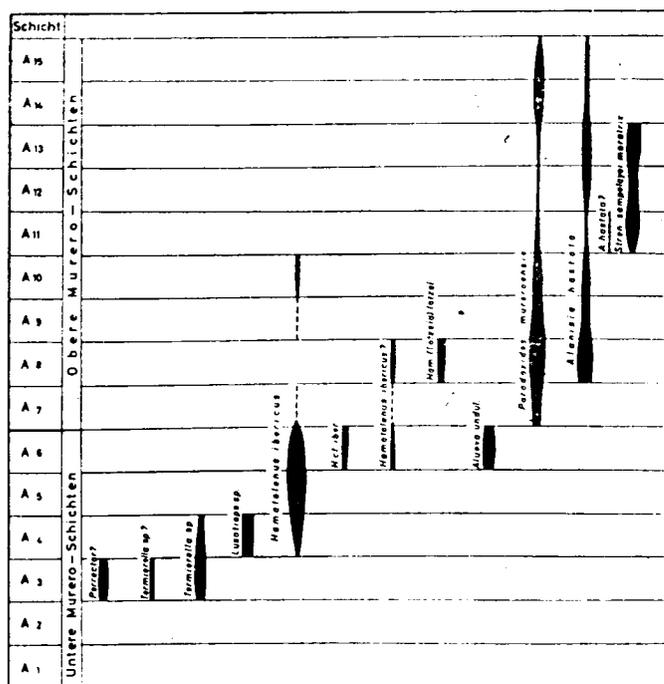


Fig. 11.—Distribución vertical de los trilobites de los yacimientos A₁ a A₁₅ en las capas de Murero de la Rambla de Valdemiedes. Véanse las páginas 31 a 33.

Por este modo de hacer la distribución de los fósiles resultan 7 combinaciones de géneros y especies de trilobites, a las que hemos denominado «bandas», que se detallan a continuación:

7. Banda *mureroensis hastata*.
6. Banda *moratrix-hastata-mureroensis*.
5. Banda *mureroensis-hastata-ibericus*.
4. Banda *mureroensis-hastata-lotzei*.
3. Banda *ibericus-undulata*.
2. Banda *ibericus*.
1. Banda *Termierella-Perrector*.

Como elementos fósiles acompañantes de la fauna de trilobites se conservan braquiópodos y bivalvos primitivos (LOTZE, 1955); sobre todo se encuentran en la parte inferior de la serie hasta la capa A₃. Para algunos bancos son muy característicos e incluso sirven de fósiles-guía. El estudio de estos fósiles se ha entregado al Dr. VOGEL, de Tübingen.

2. Complejo estratigráfico B

Al S. de la citada falla, la serie sedimentaria B nos ha servido para hacer una rica colección de fósiles y de horizontes fosilíferos. Aquí hemos obtenido en conjunto 8 capas. Su situación se puede ver en la fig. 8.

Capa B₁ (Debajo de la caliza rizada inferior):

Conocoryphe (Parabailiella) languedocensis (THORAL, 1946).

Capa B (Parte inferior de la caliza rizada alta):

Agraulos longicephalus (HICKS, 1872).

Conocoryphe (Parabailiella) languedocensis (THORAL, 1946).

Capa B₃ (Unos 8 a 8,5 m. sobre B₁):

Agraulos longicephalus (HICKS, 1872).

Conocoryphe (Parabailiella) languedocensis (THORAL, 1946).

Pardailhania granieri (THORAL, 1935).

Pardailhania hispida (THORAL, 1935).

Pardailhania paschi (SDZUY, 1958).

Pardailhania hispanica (SDZUY, 1958).

Condylopyge rex (BARRANDE, 1846).

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSSON, 1883) o *mediterraneus* (POMP., 1901).

Ctenocephalus (Hartella) antiquus (THORAL, 1946).

Ciceragnostus westergardi (SDZUY, 1958).

Corynexochus cf. delagei (MIQUEL, 1905).

Capa B₄ (Cresta del monte al norte del valle lateral):

Agraulos longicephalus (HICKS, 1872).

Solenopleuropsis sp. indet.

Solenopleuropsis verdiagana (SDZUY, 1958).

Pardailhania hispanica (SDZUY, 1958).

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSON, 1883).

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSSON, 1883) o *mediterraneus* (POMP., 1901).

Ctenocephalus (Hartella) antiquus (THORAL, 1946).

En una escombrera entre las capas B₄ y B₅ hemos recogido los siguientes fósiles:

Agraulos longicephalus (HICKS, 1872).

Conocoryphe (Parabailiella) languedocensis (THORAL, 1946).

Conocoryphe (Con.) heberti (M. CHALM & BERG, 1889).

11. Banda *heberti-pradoanus* (= capa B₇).
10. Banda *rouvillei* (= capas B₆ y B₅).
9. Banda *antiquus-hispanica* (= capa B₄).
8. Banda *granieri-languedocensis* (= capa B₃, acaso también capas B₂ y B₁).

5. De las capas de Villafeliche, que como ya arriba hemos dicho, se caracterizan y diferencian de las de Murero porque son más arenosas, en la Rambla de Valdemiedes, en el bloque entre ambas fallas y en el contacto normal con las capas de Murero, sólo aparecen los horizontes más bajos, y sin embargo, son interesantes por contener trilobites. En la parte basal de la serie se encuentran dos capas fosilíferas que afloran en la Rambla. El nivel fosilífero más alto nos ha dado:

Ctenocephalus bergeroni (THORAL, 1946).

Solenopleuropsis, sp. indet.

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSSON, 1883) o *mediterraneus* (POMP, 1901).

En el banco más alto, que está a unos tres metros sobre el inferior, se han colectado:

Solenopleuropsis marginata (SDZUY, 1958).

Solenopleuropsis ribeiroi (VERN. y BARRANDE, 1860).

Solenopleuropsis, sp. indet.

Como las dos faunas contienen pocas formas no se puede establecer un criterio característico más exacto, ni tampoco una división bioestratigráfica más detallada respecto a las faunas anteriores. Solamente aparece como nuevo *Ctenocephalus bergeroni*; desde luego, esto es importante desde el punto de vista estratigráfico, porque esta especie de la Montagne Noire es típica del piso de *Paradoxides mediterraneus*, y no aparece todavía en el piso de *Paradoxides rouvillei*.

δ) La posición de la edad de las capas

a) Para los dos tramos más bajos de la serie estratigráfica, es decir, la dolomita de Ribota y la pizarra de Huérmeda, se puede trasponer al corte del Jiloca lo ya tratado al explicar el Valle del Jalón, con algunas limitaciones, puesto que sobre la identidad estratigráfica de capas petrográficamente semejantes consideradas de ambas series, no hay duda alguna; según esto, tales tramos estratigráficos pertenecen al cámbrico inferior: La dolomita de Ribota se encuentra en el tramo medio del cámbrico inferior, y la pizarra de Huérmeda, en el tramo alto del cámbrico medio.

b) La serie de trilobites que sigue corresponde al complejo A de las capas de Murero. Se puede caracterizar por los siguientes detalles:

Excepto *Paradoxides mureoensis*, todos los demás elementos de la fauna tienen un sello típico del cámbrico inferior. Así, por ejemplo, según HUPÉ (1953), *Termierella* y *Hamatolenus* se encuentran en Marruecos, en el cámbrico inferior, en las dos zonas más altas de trilobites que él ha distinguido en aquella región. En sus últimas investigaciones (HUPÉ, 1960, página 79), los dos géneros se aproximan en su parentesco paleontológico. *Termierella* tiene su distribución principal en el piso Tasusektiense, y *Hamatolenus*, en el aguiliense, que para HUPÉ es el piso más alto del cámbrico inferior marroquí. Por lo que antes hemos dicho, resulta que todo esto concuerda bastante bien con el cámbrico de Murero. Si bien *Perrector* (= *Resserops*), según HUPÉ (1953-1960), se encuentra en un tramo inferior en Marruecos, e igualmente, *Lusatiops*, que como ya hemos dicho más arriba, en general es más antiguo, para HUPÉ (1960), este género en Marruecos debe alcanzar hasta las capas basales del cámbrico medio. Por nuestra parte, diremos que los restos fósiles de las capas 3 y 4 de Murero (véase en la parte segunda de esta obra, las figuras 15 y 16 de la lámina 8) están tan mal conservados que su determinación no es nada segura.

Como tanto el género *Alueva* como la especie *undulata* son nuevos, y no se conoce de ningún otro sitio, no nos sirven para establecer una filiación estratigráfica. En todo caso, a juzgar por la fauna, podríamos situar el complejo A en el cámbrico inferior si desde la capa 7 hacia arriba no se apreciara un *Paradoxides*, precisamente el *mureoensis*. Se trata de una nueva especie que hasta ahora solamente se conoce de la Rambla de Valdemiedes, en Murero. En ningún otro punto de España ni de otros países se había reconocido hasta ahora. Probablemente, esta especie es la más antigua de *Paradoxides*, incluso más aún que *Paradoxides oelándicus*.

Si la presencia del género *Paradoxides* quisiéramos emplearla para establecer la separación entre el cámbrico inferior y el medio resultaría que dentro del complejo estratigráfico A, las bandas de trilobites 1 a 3, es decir las capas A₁ a A₆, serían del cámbrico inferior; la bandas 4 a 7, es decir, A₇ a A₁₅, del cámbrico medio, y el límite entre el cámbrico inferior y el medio resultaría así que estaba situada en la parte inferior de la capa número 7.

Teniendo en cuenta todo esto, el año 1958 separé las arcillitas con trilobites entre la cuarcita de Daroca y las capas de *Paradoxides mureoensis*, como un tramo especial, llamándolas «capas de Valdemiedes», y propuse limitar el nombre de «Capas de Murero» a la parte del cámbrico medio contenida en la serie estratigráfica. Pero no se trata solamente

de una consideración petrográfica, sino también de una diferenciación faunística. Para evitar la contradicción con el principio litoestratigráfico propuesto en páginas anteriores, con lo cual esta nueva denominación llevaría a una confusión, retiro el término de «capas de Valdemedes» y vuelvo a la denominación de «Capas de Murero», como ya propuse en 1929 para la totalidad de las margas de trilobites. De esta manera, consideradas bioestratigráficamente, tendríamos en las Capas de Murero una parte inferior sin *Paradoxides*, y una parte superior con *Paradoxides*. Según esto, denominaríamos «capas inferiores de Murero» a las que no contienen *Paradoxides*, y «capas superiores de Murero», a sus poseedoras. Esto tendría la ventaja de que allí en donde las capas no tienen ninguna fauna, y por consiguiente no se pueden deslindar, podríamos ayudarnos para su determinación estratigráfica buscando las características petrográficas comunes, y las definiríamos sencillamente como «capas de Murero». Para la parte basal de las capas de *Paradoxides mureoensis* que pertenecen a la parte superior de este tramo de Murero le daríamos el nombre de zona de *mureoensis*, que sería nueva y precedería a *Paradoxides oelandicus* de Escandinavia y de Inglaterra.

c) En cuanto a la pertenencia del complejo B de las capas de Murero al cámbrico medio, basándonos en los trilobites, no tenemos duda alguna de que son de tal edad. En la fauna de la parte inferior de este complejo se encuentran buenas coincidencias con el piso de *Paradoxides rouvillei* de la Montagne Noire, en Francia meridional. Para este piso tenemos allí los géneros *Pardailhanina* y *Parabailiella*. Según Szűcs, este último es un subgénero de *Conocoryphe*. Ambos géneros están limitados a este piso, pero acompañados además por *Ctenocephalus antiquus*, *Agraulos longicephalus* y *Corynexochus delagei*. Estos géneros y especies se encuentran todos en la capa B₃, en tanto que los horizontes más antiguos están todavía exentos de *Pardailhanias*. *Paradoxides rouvillei* se presenta con seguridad en las capas B₅ y B₆, pero falta en B₇, donde en cambio aparece *Paradoxides mediterraneus*.

De esta manera, las capas B₁ a B₆ podrían paralelizar con el piso de *Paradoxides rouvillei*, de la Montagne Noire. En Murero cabría establecer todavía una subdivisión en las bandas de trilobites como sigue:

Banda *rouvillei*.

Banda *antiquus hispanica*.

Banda *granieri-languedocensis*.

El paquete de capas B₇ contiene *Paradoxides mediterraneus* y *Conocoryphe heberti*, y por consiguiente su pertenencia al piso de *Paradoxides mediterraneus* y a la zona de *Conocoryphe Heberti* de la Montagne Noire es segura.

En cuanto a la división estratigráfica del cámbrico medio escandinavo, si lo comparamos con el español, veremos que el complejo estratigráfico B tendría su sitio en el medio de los tres pisos allí distinguidos, en el cual se encuentra *Paradoxides paradoxissimus*. Sin embargo, si el piso de *Paradoxides mureoensis*, por la fauna acompañante del cámbrico inferior queremos situarlo en la parte basal del piso de *Paradoxides oelandicus*, resulta una laguna equivalente al piso de *Paradoxides oelandicus*. Tal laguna es posible que sea debida a la falla, de la que resulta que no sean comparables los complejos A y B. En cuanto al espesor de las capas que han desaparecido por esta laguna no se puede establecer ninguna hipótesis aceptable.

Bioestratigráficamente, acaso esta laguna comprenda la parte más baja del piso escandinavo de *Paradoxides paradoxissimus*, pero no es probable que sea de una gran amplitud, puesto que las capas B₂ a B₆ contienen *Agraulos longicephalus*, que en Inglaterra aparece en la zona de *Paradoxides hicksi*. De esta manera podremos intentar establecer una comparación de gran parte del complejo B de Murero con el cámbrico inglés. Sin embargo, la zona de *Paradoxides hicksi* corresponde a la parte inferior del piso escandinavo de *paradoxissimus*, lo cual parece justificar la hipótesis de que las capas del cámbrico ibérico B₁ a B₆ se correspondan con las zonas 1 y 2 del cámbrico escandinavo de *paradoxissimus*. No obstante, hay una diferencia estratigráfica, si tenemos en cuenta la presencia de *Paradoxides brachyrhachis*, ya que este fósil aparece en Murero, con seguridad, en la capa B₄ en tanto que en Suecia se halla en la zona más alta del piso de *paradoxissimus*.

La parte superior de las capas de Murero, es decir, las capas de *Conocoryphe heberti* y *Bailiella* (capas B₇ y B₈) se pueden equiparar a las zonas más altas del piso escandinavo de *paradoxissimus*. Esto lo explicaremos con más claridad al discutir la presencia de las faunas mesocámbricas del NW. de España (págs. 91-92).

d) La fauna hallada en las capas de Murero de Villafeliche, en el mismo Murero, no basta para establecer una comparación estratigráfica de alguna precisión de la parte inferior de las capas. Probablemente, por la presencia de *Ctenocephalus bergeroni*, deben pertenecer al piso de *Paradoxides mediterraneus* de la Montagne Noire, es decir, a la parte superior del piso de *Paradoxides paradoxissimus* de Escandinavia. Hacia arriba, las capas de Villafeliche, en cambio, deben subir hasta la parte alta del piso de *Paradoxides forchammeri*. En general, diremos que el límite entre las capas de Murero y las de Villafeliche es más bien litoestratigráfico-facial que bioestratigráfico.

c. La serie estratigráfica de las Cadenas Ibéricas occidentales al oeste del Jiloca

α) El corte geológico normal

La serie de capas que se enlazan con las de Villafeliche están bien afloradas al O. del valle del Jiloca. Forman una serie de unos 2.500 metros de espesor, con escasos replegamientos especiales que, constituyendo como una especie de masa inclinada monoclinamente, buzan al SW., y cuyos miembros se pueden deslindar bien cruzando la región desde Valconchán hacia Santed.

Según las investigaciones que yo hice el año 1928, he podido separar las capas en los tramos allí descritos (véase LOTZE, 1929, págs. 36-43), que volvemos a repetir aquí:

2. Capas de Ateca	de	$\left\{ \begin{array}{l} \gamma) \\ \beta) \\ \alpha) \end{array} \right.$	Capas Superiores de Ateca, unos 700 m.	$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_2) \\ \gamma_1) \end{array} \right.$	Pizarra predominante, escasa arenisca. Cuarcita y arenisca.
			Capas Medias de Ateca, de 400 a 450 m.	$\left\{ \begin{array}{l} \beta_2) \\ \beta_1) \end{array} \right.$	Pizarra arcillosa, unos 400 m. Cuarcita, 20-30 m.
			Capas Inferiores de Ateca, de 1.000 a 1.100 m.	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_4) \\ \alpha_3) \\ \alpha_2) \\ \alpha_1) \end{array} \right.$	Pizarra superior, unos 350 m. Cuarcita superior, unos 50 m. Pizarra inferior, unos 400 m. Cuarcita basal, 250-300 m.
1. Capas del Jiloca		$\left\{ \begin{array}{l} \beta) \\ \alpha) \end{array} \right.$	Capas Superiores del Jiloca, 200 a 250 m. Capas Inferiores del Jiloca, unos 200 m.		

El conjunto de las capas de Ateca y del Jiloca se caracteriza por la presencia de abundante material plástico de grano grueso, y se ve que esta serie forma como una alternancia de rocas silíceas, es decir: areniscas, cuarcitas, grauvacas y pizarras arcillosas por un lado, y pizarras arcillosas por otro. Se puede seguir, a distancias considerables, la división estratigráfica, porque permanece constantemente caracterizada por horizontes, unos ricos en sílice y otros ricos en pizarras arcillosas. Se observan así secuencias sedimentarias de tal modo que las series de rocas de grano grueso se van haciendo hacia arriba de grano más plástico y más fino, y por último, pasan a pizarras arcillosas, pero que luego, bruscamente, vuelven a ser de grano más grueso que al principio.

La serie que acabamos de describir se compone de 5 secuencias principales sucesivas, de las cuales, la primera abarca las capas del Jiloca, a la inferiores de Ateca; por último, la cuarta corresponde a la media, y la cual llamaremos «secuencia del Jiloca»; la segunda y tercera serán las

capas inferiores de Ateca»; la cuarta corresponde a la media, y la quinta, a las capas superiores de Ateca.

Basándome en estos propósitos de establecer secuencias sedimentarias, como principio fundamental de la división litoestratigráfica, repito aquí, modificado, lo que ya expuse el año 1929:

5. Cuarta secuencia de Ateca (= Capas superiores de Ateca), unos 700 metros.
4. Tercera secuencia de Ateca (= Capas medias de Ateca), 400 a 500 metros.
3. Segunda secuencia de Ateca (= Capas inferiores de Ateca, parte alta), unos 400 metros.
2. Primera secuencia de Ateca (= Capas inferiores de Ateca, parte baja), unos 650 metros.
1. Secuencia del Jiloca (= Capas del Jiloca), 400 a 450 metros.

Se ve que cada una de estas secuencias consta de un tramo inferior claramente psamítico, y otro superior predominantemente pelítico. Las secuencias de segundo orden pueden sobreponerse a las secuencias principales.

β) Litoestratigrafía

1. Secuencia del Jiloca

La serie estratigráfica de la parte inferior de la «secuencia del Jiloca» tiene unos 200 m. de potencia y consiste principalmente en una parte de poco espesor, de color gris, a veces también verdosa o blancuzca, a menudo rica en mica, con intercalaciones de areniscas cuarcíticas y grauvacas, entre las cuales a su vez aparecen intercaladas las pizarras arcillosas. Las últimas contienen algo de marga en los tramos más bajos. En la base, como inicio de la secuencia, aparece a menudo una cuarcita más pura, de unos 30 m. de espesor. Las areniscas y pizarras que le siguen están llenas de pistas animales con numerosas revueltas entremezcladas. Su abundancia constituye así un carácter típico de esta serie.

La parte superior de la secuencia del Jiloca tiene 200 a 250 m. de espesor (capas superiores del Jiloca) y es más arcillosa. Consta de pizarras arcillosas de típico color azul oscuro pizarreño que pasa a gris y a veces a otras de tono verdoso. Son compactas, duras, astillosas muy pobres en cal o libres totalmente de este carbonato. Existen a trechos intercalaciones pizarrosas ricas en mica y algunas también arenosas. Sin embargo, faltan las areniscas o grauvacas en bancos bien manifiestos. Las rocas están constituidas por pizarras delgadas, en donde a menudo coinciden la estratificación y la pizarrosidad.

2. Primera secuencia de Ateca

La primera secuencia de Ateca no aparece bruscamente, sino que se establece una lenta transición, en forma de alternancia de rocas arcillosas y arenosas, con el tramo yacente de la serie; pero no tardan en aparecer las cuarcitas, que llegan a ser predominantes y con una potencia de 250 a 300 m., formando la parte inferior de la primera secuencia de Ateca. La acompañan también areniscas grises, blandas, micáceas, y rocas de tipo grauvaca. Esta serie cuarcítica está dividida en dos por una intercalación de pizarras de poco espesor y se forma así una «secuencia de segundo orden». Todavía se puede distinguir una tercera de estas secuencias, subordinadas, por la aparición de un conglomerado de 1 a 2 m. de espesor, predominantemente constituido por cantos rodados de cuarzo al que siguen las areniscas de poco espesor y luego las pizarras arcillosas.

Con estas últimas comienza la parte superior de la primera secuencia de Ateca, que llega a tener unos 400 m. de potencia. Se compone de pizarras de color gris oscuro, azulencas a verdosas, que, en general, son muy homogéneas y puras y que solamente aquí y allá aparecen interrumpidas por algunos banquitos de cuarcita.

3. Segunda secuencia de Ateca

La segunda secuencia de Ateca comienza con un horizonte de unos 50 m. de espesor, formado por areniscas, que en parte se convierten en potentes bancos de cuarcita, entre los cuales aparecen las pizarras arcillosas intercaladas. La parte superior de la secuencia está formada por pizarras de unos 350 m. de espesor y de constitución petrográfica semejante a la que hemos descrito en la parte superior de la primera secuencia.

4. Tercera secuencia de Ateca

La tercera secuencia de Ateca se compone de una cuarcita limpiamente delimitada, en bancos potentes que se destacan morfológicamente en el paisaje. De color blanco de nieve a gris claro, alcanza de 20 a 30 metros de espesor; es muy compacta y dura, de textura o estructura sacaroidea y de aspecto mármoleo. La parte pelítica de la tercera secuencia está constituida por unos 400 m. de pizarras de color gris azulenco predominante.

5. Cuarta secuencia de Ateca

La parte psamítica de la cuarta secuencia de Ateca abarca unos 700 m. de espesor y consta de cuarcitas, unas veces delgadas, otras en gruesos bancos, y de areniscas de un espesor considerable, entre las cuales aparecen delgadas intercalaciones de pizarras arcillosas. En las par-

tes más puras, las cuarcitas tienen un color blancuzco. Es frecuente la presencia de estratos de conchuela de braquiópodos.

La transición a la fase superior, de predominio pelítico se puede ver bien en la Venta de Daroca. Primeramente se encuentran cuarcitas constituidas por bancos o sustituidas por areniscas micáceas con intercalaciones de pizarras; luego siguen de 25 a 30 m. de brechas de pizarra arcillosa de color violeta gris a pardo oscuro con conchuela de braquiópodos; finalmente siguen las series de pizarras arenosas de poco espesor y las areniscas arcillosas de color verde; por último, sigue una potente serie de pizarras arcillosas verdosas blandas, hojosas, que, por lo menos, tendrán muchos cientos de metros de potencia.

En Santed, y con una discordancia angular y un conglomerado basal, se encuentran cuarcitas blancas del ordovícico («cuarcita armoricana»). En cuanto a esta discordancia, habrá que suponer que existe una amplia laguna estratigráfica sobre la cuarta secuencia de Ateca.

γ) Bioestratigrafía

1) *Capas del Jiloca*.—Las pistas de organismos marinos se encuentran en la parte inferior de la secuencia del Jiloca, con tal abundancia que se destacan en cualquier punto de la roca que se examine, pero en cambio faltan por completo en la mitad superior. Específicamente, se han podido determinar tipos o formas tales como *Cruziana*, *Bilobites*, *Vexillum* y otros. Bioestratigráficamente, estas pistas no tienen ninguna importancia, pero sí dan un carácter útil desde el punto de vista de la facies, en la cual se han conservado.

2) *Capas de Ateca*.—Ni los trilobites ni sus restos los he podido hallar en el interior de las capas de Ateca, por parte alguna. DEREIMS (1898, página, 45) cita el hallazgo de *Acidaspis buchi* en un horizonte que a juzgar por su descripción y grabado (1898, pág. 45, fig. 9) debe corresponder a la parte superior de mi tercera secuencia de Ateca. Basándose en este fósil, DEREIMS considera estas capas como pertenecientes al ordovícico superior. Por mi parte, a pesar de las detenidas indagaciones que he hecho, no he podido hallar ningún trilobites en estas capas. Como tales capas, por su situación estratigráfica, inferior a la cuarcita armoricana, no pueden ser en modo alguno del ordovícico, y que de modo seguro sólo se encuentra un poco más allá, determinado merced a sus fósiles indudables, tenemos que decir que los datos de DEREIMS no son exactos. Es posible que haya una confusión del punto donde se hallaran los fósiles o una determinación paleontológica equivocada.

Sin embargo, los restos fósiles, sobre todo en ciertos sectores, son abundantes en estos sitios; se trata principalmente de conchas de bra-

quiópodos o de fragmentos de ellos; es decir, de conchuela de braquiópodos, que aparecen siempre en capas estratificadas y en espesores o con frecuencia grande, en los cuales los restos se presentan en número enorme. Sobre todo, la conchuela de braquiópodos se concentra en las fases psamíticas de las secuencias y en las zonas de transición a las zonas pelíticas. Para decirlo con mayor precisión, señalaremos que en la parte inferior de la primera secuencia de Ateca y, sobre todo, en la parte inferior de la cuarta secuencia de Ateca, la conchuela de braquiópodos llega a formar bancos por sí sola. Las brechas de pizarras arcillosas que acabamos de citar, cerca ya de la parte alta del tramo inferior de esta secuencia, están completamente llenas de conchas de braquiópodos reducidos a menudos fragmentos.

En todos estos casos se trata de braquiópodos sin charnela (Obólidos y Lingúlidos) que por la total destrucción de sus conchas es difícil identificarlos. En los yacimientos de Valconchán, en la parte inferior de la primera secuencia de Ateca pude determinarlos en 1929 (pág. 40) como *Lingulella davisi*, M'COY (1851), que es una forma muy frecuente del cámbrico superior de los «*Lingula Flags*» de Inglaterra. También desde el punto de vista facial, las capas de Ateca son análogas a las capas de *Lingula* de Inglaterra.

δ) La edad de las capas

Por la semejanza facial con los «*Lingula Flags*» de Gales y por la presencia de una especie comparable de fósil, parece razonable admitir que la parte superior de la serie estratigráfica se corresponde con el cámbrico superior inglés, y no solamente desde el punto de vista facial, sino también estratigráfico. Es, además, muy probable que las capas inferiores de la serie, sobre todo la secuencia del Jiloca, pertenezca todavía al cámbrico medio, como parece deducirse de las circunstancias halladas en la Sierra de la Demanda, sobre las cuales hablaremos más adelante. Por otra parte, las capas superiores de la serie, es decir la secuencia cuarta de Ateca, podrían corresponder ya al Tremadoc, que en cambio en Gran Bretaña, por su carácter facial, se consideran aún del cámbrico superior. En todo caso, la determinación de DEREIMS (1898, págs. 45-46) hay que rechazarla, puesto que incluye en el potsdamiense únicamente las capas más bajas de su serie en Valconchán (Capas del Jiloca), en tanto que el resto los incluye en el ordovícico.

d. Otros yacimientos cámbricos de las Cadenas Ibéricas

Algunos yacimientos aislados fosilíferos del cámbrico se encuentran

en diversos puntos, aparte de los hasta ahora descritos, de esta región. Los describiremos brevemente por orden respecto a su edad geológica.

1. Cámbrico inferior

1) En el valle de Manubles, al N. de Ateca (Cadenas Ibéricas Occidentales) aparecen en serie semejante a la del corte del Jalón. Primero se presentan las capas abigarradas del Jalón, en la parte inferior con su transición hacia las grauvacas de Embid; sigue luego la dolomita de Ribota, y sobre éstas, las capas pizarrosas de Huérmeda; las pizarras de Huérmeda son algo calcáreas, pero más pobres en biotita que las del corte del Jalón (LOTZE, 1929, S. 51). En 1928 encontré dos cabezas de trilobites, que determinadas por RUD & E. RICHTER en ese mismo año, eran de *Lusatiops ribotanus*.

2) En las cercanías de Jarque (en el espacio entre Mesones-Tierga-Aranda-Illueca, de las Cadenas Ibéricas Orientales), la serie cámbrica comprende desde las capas de Embid, pasa por las capas abigarradas del Jalón, la dolomita de Ribota, las pizarras de Huérmeda y la cuarcita de Daroca, hasta las margas de trilobites de las capas de Murero y son varios los puntos donde esta serie aflora. Entre Mesones y Aranda, en 1928 hallé cinco yacimientos que están señalados en el mapa 1 de mi Estudio de 1929. Un buen afloramiento de esta zona lo tenemos en el camino de Jarque a Aranda. Litoestratigráficamente concuerda bastante con el corte del Jalón. En cuanto a los detalles, puede verse la descripción que figura en mi tesis del año 1929, págs. 55-56 del original alemán o las páginas 50 a 62 de la traducción española hecha por Maximino San Miguel en el tomo VIII de las «Publicaciones extranjeras sobre la geología de España». En las capas pizarrosas más bajas de Huérmeda de estos sitios, en el arroyo de Isuela, entre Mesones y Tierga, he encontrado los siguientes trilobites:

Lusatiops ribotanus (RUD & E. RICHTER, 1948).

Triangulaspis sp. (LERMONTOVA, 1940), que probablemente es un sinónimo de ANGUSTEVA HUPÉ, 1953.

Andalusiana sp.

Strenuaeva sp.

Redlichia n. sp.

Resulta así que tenemos aquí el mismo horizonte basal de las pizarras de Huérmeda que en el «*Locus typicus*» del valle del Jalón. En efecto, una y otra de estas dos localidades tienen los mismos elementos esenciales, como son: *Lusatiops ribotanus*, *Redlichia* y *Strenuaeva*.

3) En la Sierra de Tablado, al SE. del Moncayo, entre Cueva y Borobia, pude encontrar en 1928 el cámbrico inferior (LOTZE, 1929, pági-

nas 256-57). Aparecen claramente las pizarras abigarradas del Jalón, con igual constitución petrográfica que su yacimiento del Jalón, cubiertas con rocas equivalentes a la dolomita de Ribota. En cambio, en este sitio la dolomita de Ribota no aparece de modo tan uniforme y completa como en el valle del Jalón, sino que está entreverada con intercalaciones de pizarras margosas. Las pizarras de Huérmeda y areniscas de Daroca, que la suceden estratigráficamente, están aquí muy reducidas; luego, se presentan las capas del mesocámbrico de Murero con su correspondiente fauna.

2. Cámbrico medio

La zona del cámbrico medio de Murero se continúa por el SE. y NO. El valle del Jiloca es atravesado por ellas entre Murero y Villafeliche y sus afloramientos aparecen bien manifiestos en el camino de Villafeliche a Atea.

La repetición tectónica complica el deslinde de los distintos horizontes. Así se explica que en 1928 encontrara niveles superpuestos que parecían distintos unos de otros, pero que tenían idénticas faunas de trilobites, y lo mismo ocurría con las capas de Murero y Villafeliche. Las primeras se reconocían por su fauna, y las últimas, por su carácter petrográfico como muy areniscosas. Luego he podido comprobar que lo mismo unas que otras están formando escamas tectónicas superpuestas. En 1928 (LOTZE, 1929, pág. 35) encontré los fósiles siguientes:

Paradoxides brachyrhaquis (LINARSSON, 18830).

Paradoxides mediterraneus (POMPECKJ, 1901).

Paradoxides rouvillei (MIQUEL, 1905).

Conocoryphe heberti (M. CHALM. & BERGERON).

Ctenocephalus antiquus (THORAL, 1946).

Agraulos longicephalus (HICKS, 1872).

Pardailhaniania hispanica (SDZUY, 1958).

Bailiaspis meridiana (SDZUY, 1958).

Se trata, según esto, de los mismos componentes de las series de capas B₁ a B₇ de la Rambla de Valdemiedes.

2. En Ateca, en el valle del Manubles, a esta serie acabada de citar del cámbrico inferior, le sigue la mesocámbrica de trilobites antes citada (pág. 46). Se pueden distinguir las «capas de Murero», que no tienen areniscas, y las «capas de Villafeliche», con areniscas y trilobites. La serie estratigráfica no aflora completa y además existen alteraciones tectónicas. En el Camino de la Veguilla, hacia el barranco de Banderas, he colectado en la parte alta de las capas de Murero los siguientes fósiles:

Conocoryphe heberti,

Paradoxides rouvillei,

Paradoxides brachyrachis,
Paradoxides mediterraneus,
Agraulos longicephalus.

Es decir, tenemos aquí la misma fauna de las capas B₃ y B₇ de la Rambla de Valdemiedes. Con la intercalación de bancos de cuarcitas verdosas y de areniscas del mismo color comienzan las capas de Villafeliche, que aquí son bastante potentes y que no han dado ninguna fauna bien determinable. Sus tramos altos se encuentran bien aflorados en Ateca.

3. En las Cadenas Ibéricas Orientales, el cámbrico medio es, ya hace tiempo, conocido de la zona de Romanos y Badules. PALACIOS, en 1892, suponía que las rocas de Romanos pertenecían al cámbrico medio, y DEREIMS, en 1898, pág. 33, encontró aquí dos grandes ejemplares de *Paradoxides* que, según él, son *Paradoxides rugulosus* CORDA.

En mis investigaciones de 1928 pude reunir en la vertiente occidental del valle del Huerva, junto a Badules, *Conocoryphe heberti* y restos de *Paradoxides* sp. En la misma zona encontré *Solenopleuropsis simula* (SDZUY, 1958). Es probable que tengamos aquí un equivalente de B₇ de Murero. Un tercer punto se encuentra al E., entre Badules y Fombuena, a unos 2 kms. al E. del primer lugar citado. DEREIMS, (1898, pág. 34) cita 6 especies de trilobites del mismo lugar (km. 18 de la carretera Badules-Fombuena). MELÉNDEZ (1944) encontró también 4 especies de trilobites y dos de lingúlidos. Una colección más completa de trilobites la ha podido obtener el cand. geol. CARLS a unos 150 m. al SO. del km. 18, que más tarde fué determinada por SDZUY. La mayor parte de los fósiles se hallaban en un bloque de roca y el resto aparecía desperdigado en distintas capas de la serie. La lista nos dice lo siguiente:

a) *Paradoxides mediterraneus*.

b) *Paradoxides* cf. *rouvillei*.

c) *Agraulos* sp. indet.

d) *Conocoryphe heberti*.

e) *Conocoryphe* cf. *brevifrons*.

f) *Conocoryphe* (*Parabailiella*) *languedocensis*.

g) *Ctenocephalus* (*Hartella*) *antiquus*.

h) *Pardailhaniania hispanica*.

i) *Solenopleuropsis sampelayoi*.

Aquí se encuentran elementos de B₁ y B₃, que son los mismos de Murero (h, g, f, b), junto con otros de la serie del tramo B₇ (d, a); según esto, tales capas deben de pertenecer a la parte alta del piso de *Paradoxides rouvillei* y a la zona inferior del piso de *Paradoxides mediterraneus*. La determinación estratigráfica exacta está alterada por una tectónica muy movida con escamas cobijadas unas sobre otras y repeticiones es-

tratigráficas. Ya MELÉNDEZ (1944), págs. 29-30) lo describe muy bien en el corte de la figura 4, página 30.

Las capas arenosas del pendiente o techo de las margas de trilobites deben ser, en parte, equivalentes a las capas de Villafeliche. Las «grauvacas cuarcíticas» que MELÉNDEZ cita, en donde encuentra *Foralites pomeli* ROV., las atribuye este autor al cámbrico superior, pero el valor estratigráfico de las pistas, además aquí poco definidas, es escaso, como ya venimos diciendo en esta obra. En las areniscas de las capas de Villafeliches no faltan las pistas, y son bastante frecuentes en las capas del Jiloca. Desde luego, la serie arenosa debe de continuarse hacia arriba, hasta alcanzar el cámbrico superior.

4. MELÉNDEZ, en 1944 (págs. 29-30), adhiriéndose a la opinión de DE-REIMS (1898, pág. 35), considera algunas pizarras del valle de Fombuena, al E. del asomo diapírico de cámbrico de Badules, como pertenecientes al cámbrico medio, pero en realidad, como ya digo en 1929, lo que allí se encuentra es el ordogótico, es decir, el silúrico superior (antiguo gotlándico) y la pequeña fosa de Luesma contiene pizarras con graptolitos.

5. En el corte entre Jarque y Aranda se continúa la serie antes descrita hacia el cámbrico medio. De nuevo volvemos a encontrar las mismas margas, de vivos colores gris verdoso a gris azulado, al principio sin areniscas, en parte muy calcáreas. En la parte inferior debe haber tramos equivalentes a las capas bajas de Murero, y es posible que se halle oculto el nivel de *mureroensis*. En 1928 no encontré ningún trilobites, pero en la parte superior son frecuentes, y entonces pude recoger:

Paradoxides, sp.

Conocoryphe.

Solenopleuropsis ribeiroi (VERN. y BARRANDE, 1860).

lo cual no se opone a la edad de las capas de Murero que les atribuyo.

Más allá encontré:

Paradoxides, sp.

Agraulos cf. *longicephalus* (HICKS, 1872).

que en 1929 (pág. 56) clasificaba yo como *Agraulos* cf. *seticephalus* BARRANDE.

Este último fósil citado se encuentra en Murero, en las capas B₂-B₆.

Asociadas a estas capas superiores de Murero, constituidas por margas, se encuentran también bancos de arenisca. Hacia la parte superior sigue una serie todavía más rica en areniscas, en la que suelen faltar los niveles margosos de constitución limpia y de mayor espesor. En las areniscas son frecuentes las pistas. Podríamos suponer aquí un equivalente de las capas de Villafeliche y del corte del Jiloca, y deducir así que la

abundancia de arena parece corresponder ya a las capas superiores de Murero.

6. En la Sierra de Tablado, al SW. del Moncayo, se encuentra el cámbrico medio en el camino de Cueva a Borobia. Las margas de trilobites del nivel de Murero tienen la misma constitución petrográfica que en Murero mismo, pero están más apizarradas. Son ricas en restos de trilobites pero el movimiento tectónico que han experimentado dificulta la identificación paleontológica. Es muy posible que el yacimiento citado por VERNEUIL y LARTET (1863) de restos dudosos de un *paradoxides*, que según ellos se encuentra al pie del Moncayo, no lejos de Beratón, pertenezcan a estas capas de la Sierra de Tablado. DONAYRE (1873, pág. 57) cita también este yacimiento, pero dice que él mismo no encontró fósil ninguno en toda esta región.

7. También al W. y NW. de Mesones se encuentra el cámbrico medio con la misma constitución litológica que en el valle del Jiloca, según ya he dicho en 1929 (pág. 56). Los primeros restos de trilobites los encontré el año 1928, según la lista que he publicado en mi trabajo de 1929.

3. Capas del Jiloca y Ateca

1. En las Cadenas Ibéricas Occidentales se desarrolla la potente serie de capas del Jiloca y de Ateca, ya descritas en parte en el corte geológico de Valconchán a Santed, y que se continúan en dirección tanto SE. como al SW. y al NW.

Hacia el SE. se puede seguir esta zona hasta Calamocha. En su continuación hacia el NW., esta zona cruza el valle del Jalón en un ancho frente, entre Ateca y Alhama de Aragón, y desde allí se extiende hacia Deza y La Alameda.

En esencia, las circunstancias litoestratigráficas continúan siendo las mismas si bien los espesores varían; por ejemplo, en los cortes o afloramientos de la senda de Torrijo a Cihuela, en la parte NW. de la zona, a unos 55 km. del corte de Valconchán a Santed, se puede comprobar esto que acabamos de decir.

La «secuencia del Jiloca» comienza con margas arenosas y grises, que pertenecen a las capas de Villafeliche, y alcanzan un espesor de unos 400 metros. Son pizarras arenosas con frecuentes intercalaciones de cuarcitas. muy ricas en pistas, y que se pueden comparar por este aspecto a las capas inferiores del Jiloca. En su parte superior se intercalan espesores mayores de cuarcitas, en bancos más o menos gruesos, de constitución limpia, de color gris a blancuzco, y a veces amarillento; estos bancos muestran delgadas intercalaciones pizarrosas aquí y allá. La parte superior de la secuencia está formada por una potente serie de pizarras de

unos 800 metros de espesor, que se asemejan a las capas superiores del corte del Jiloca por su aspecto petrográfico; son de colores azulencos, grises o azul oscuro; en general, muy arenosas, y en su parte superior llevan también algunos bancos de cuarcita más pura.

La «primera secuencia de Ateca», que sigue luego, consta al principio de unos 800 metros de areniscas y cuarcitas blancas, en las que aparece una intercalación pizarrosa, la cual, lo mismo que en el corte geológico antes citado, da lugar a dos secuencias subordinadas y parece como si existiera otra tercera subsecuencia, a juzgar por cantos sueltos de un banco de conglomerado que debe pertenecer a la parte superior de la serie. Las cuarcitas, lo mismo que ocurre en Valconchán, contienen braquiópodos córneos, entre ellos *Lingulella cf. davisii* M'Coy. La parte superior de la primera secuencia de Ateca se compone de pizarras arcillosas, que se asemejan mucho a la fase pelítica de esta misma primera secuencia en Valconchán.

Después de pasados unos 200 metros de pizarras de esta clase, sigue una zona de cuarcitas delgada, y con ella consideramos que comienza la «segunda secuencia de Ateca», que también en el corte guía del valle del Jalón, en Calatayud, se inicia con una delgada zona de cuarcita de unos 50 metros de potencia. El final de esta secuencia está constituido por unos 250 metros de pizarra arcillosa de igual clase que la correspondiente a la parte superior de la primera secuencia.

Siguen después unos 400 metros de cuarcita en bancos bien definidos, entre los que se intercalan lechos de pizarra arcillosa; estos bancos son compactos, y algunos de ellos tienen también fósiles del grupo de los lingúlidos. De este tramo es, probablemente, el *Orthis* hallado en la región de Deza por PALACIOS; estimo que no es acertada la determinación de esa especie, a la que aquel autor denomina *O. calligramma*. Esta serie de capas debe corresponder aún a la tercera secuencia de Ateca, y acaso al comienzo de la «cuarta secuencia de Ateca». Terrenos más modernos que los del cámbrico ya no afloran en esta región.

En principio, la serie del Jalón parece concordar, no obstante, con la descrita del valle del Jalón, al W. de Ateca. Sobre las «capas del Jiloca» siguen, al W. de Ateca, cuarcitas y areniscas con braquiópodos córneos. La serie sedimentaria, en la que las areniscas alternan con paquetes de pizarras arcillosas más o menos potentes, llega a alcanzar unos 700 metros de espesor. La serie se termina por un paquete de unos 800 metros de potencia de pizarras arcillosas, más o menos subdivididas, y luego, hacia el techo, sigue una serie arenosa que alcanza unos 500 metros, compuesta por cuarcitas, grauvacas y areniscas con intercalaciones de pizarras arcillosas. Sobre todo en la parte inferior son frecuentes *Lingulella* y otros braquiópodos.

2. En las Cadenas Ibéricas Orientales, como se puede ver en el mapa general de mi trabajo de 1929 (lám. 1), se reconoce una gran extensión de las capas de Ateca, entre Illueca y Paniza, y luego cuatro pequeños afloramientos de las capas del Jiloca o de Ateca, al SW. de Purujosa, N. de Borobia, en el Moncayo y en Tabuenca. Desde luego, este mapa no puede dar más que una aproximación muy insegura; ya antes hemos citado algunas modificaciones importantes, según las nuevas investigaciones. Así, por ejemplo, en las pizarras de Paracuellos y en el ámbito de Mesones, ya hemos hecho las observaciones correspondientes.

Como las Cadenas Ibéricas Orientales muestran una viva tectónica de escamas, y además replegamientos y pliegues especiales, es necesario hacer una división stratigráfica más fina de la monótona y potente serie del cámbrico superior; que por tales circunstancias se hace difícil aclararla, ya que es necesario lograrla mediante una cartografía detallada.

Desde luego la existencia de las «capas del Jiloca», al NW. de la región es segura, porque se ve que los depósitos del tipo correspondiente se enlazan con las capas de Villafeliche. Las «capas típicas de Ateca» aparecen, por ejemplo al W. de Paniza (LOTZE, 1929, págs. 49-50). Esta zona se halla en gran parte constituida por pizarras y cuarcitas que alternan entre sí. Las cuarcitas son blancas y compactas, a menudo con una estratificación fina bien visible. En ellas se encuentran, al E. de Mainar, en la carretera de Zaragoza, estratos y bancos con braquiópodos sin charnela y areniscas apizarradas con pistas afines a *Tigillites*.

e. El aspecto general del cámbrico celtibérico

1. El corte patrón o standard

Los tres cortes parciales que hemos estudiado, es decir, el del valle del Jalón, el del espacio comprendido entre Villafeliche-Murero y Daroca y el trazado por las Cadenas Ibéricas Occidentales, al W. del valle del Jiloca, se completan comparándolos entre sí, obteniéndose de este modo un corte geológico general del cámbrico celtibérico desde su base, sobre el precámbrico, hasta el Arenig del ordovícico. El enlace de los distintos fragmentos se hace sin dificultad, y se deduce necesariamente que las series se enlazan unas con otras (por ejemplo, las capas de Villafeliche, que pasan a las capas del Jiloca), o también teniendo en cuenta que ciertos tramos stratigráficos característicos de distintos sitios muestran una clara identidad de signos característicos entre sí (por ejemplo, la dolomita de Ribota, la pizarra de Huérmeda y la cuarcita de Daroca, lo mismo en las Cadenas Ibéricas Orientales que en las Occidentales). De este modo, creemos que no ha de haber duda alguna en el corte patrón o standard que anotamos en la tabla 1.

Ordovícico	<p>"Cuarcita armoricana", etc.</p> <p>Discordancia</p>
Cámbrico	<p>Capas de Ateca > 2.000 m. ligera discordancia</p> <p>" de Jiloca, unos 450 m.</p> <p>" de Villafeliche, unos 250 m.</p> <p>" de Murero, unos 200 m.</p> <p>Cuarcita de Daroca, unos 120 m.</p> <p>Pizarras de Huérmeda, unos 80 m.</p> <p>Dolomita de Ribota, unos 90 m.</p> <p>Capas abigarradas del Jalón, unos 300 m.</p> <p>Capas de Embid, unos 350 m.</p> <p>Cuarcita de Bámbola > 300 m.</p> <p>Discordancia</p>
Precámbrico	<p>Pizarras de Paracuellos (en parte)</p>

Tabla 1. Corte Standard del Cámbrico de las Cadenas Ibéricas

2. Interpretación geohistórica

La sedimentación cámbrica, que tiene más de 4.000 metros de espesor, comenzó después de un plegamiento asintico poco intenso, con depósitos litorales o acaso, incluso, continentales los cuales no contienen resto orgánico alguno. Más tarde, esta serie se hace claramente marina y contiene los primeros indicios de seres orgánicos. Con las capas abigarradas del Jalón se realiza una transición a la sedimentación carbonatada, y finalmente, al depósito de materiales de mayor espesor dolomíticos, calizos y margo-arcillosos, que son también los que contienen las primeras faunas determinables. Las arcillitas y margas con trilobites, interrumpidas solamente por una intercalación de cuarcitas (cuarcita de Daroca), continúan la serie y significan, a nuestro modo de ver, el tiempo en que las series sedimentarias se hacen de carácter más pelágico. La acumulación de areniscas comienzan en la parte superior de la serie de margas con trilobites (capas de Villafeliche), y establecen la transición hacia una serie de sedimentos clásicos, pero de tipo ortogeosinclinal. De esta clase son las potentes series que de modo indudable se formaron en aguas someras, y se iban hundiendo según el clásico régimen geosinclinal, definiéndose una sedimentación rítmica de flysch semejante a la de las *Lingula-Flags* de Inglaterra.

Se revela una ligera intranquilidad orogénica en los arrasamientos y ligeras discordancias que tuvieron lugar al final de la parte inferior de

la segunda secuencia de Ateca, y de otra semejante entre la secuencia cuarta de Ateca y el ordoviciense (LOTZE, 1956).

3. La serie de faunas

Los datos que antes hemos expuesto, como aislados unos de otros, se reproducen y condensan en la tabla 2, que es un esquema de la serie de faunas, en donde se ve la riqueza de fósiles de las margas de trilobites de Murero. Se puede así fijar un límite claro entre el cámbrico inferior y el cámbrico medio.

Las capas inferiores de Murero, por su fauna exclusivamente, podrían todavía considerarse como del cámbrico inferior, pero la aparición de *Paradoxides mureroensis* significa el comienzo del cámbrico medio. El límite entre el cámbrico medio y el cámbrico superior, en cambio, es poco claro desde el punto de vista bioestratigráfico.

El cambio de facies que parece iniciarse ya en las capas de Villafeliche, en sus margas de trilobites, y que luego pasan a las de tipo *Lingula-Flags*, indica una extinción temprana de los trilobites, de tal manera que las formas más recientes de estos seres ya no están representadas. Es posible que tales zonas superiores se hallen ocultas en las capas de Villafeliche, todavía por escudriñar con detalle y que en principio parecen corresponderse con las capas del Jiloca, las cuales todavía muestran afinidades litofaciales con el cámbrico medio.

En el cámbrico inferior se hace posible una subdivisión faunística, merced a la serie de géneros y especies que vamos a anotar, señalándolos de arriba abajo:

6. *Alueva undulata* (SDZUY, 1961).
5. Aparición de *Hamatolenus ibericus* (SDZUY, 1958).
4. *Termierella* — ¿*Perrector*?
—— laguna ——
3. *Redlichia-Micmacca-Strenuaeva* (*Triangulaspis-Andalusiana*); todavía *Lusatiops ribotanus* (RUD. y E. RICHTER, 1948).
2. Aparición de *Lusatiops ribotanus* (RUD. y E. RICHTER, 1948).
1. *Strenuaeva incondita* (SDZUY, 1961).

Esta serie no es completa; entre 3 y 4, como decimos, existe una gran laguna.

Los horizontes 3 a 6 se pueden resumir considerándolos del cámbrico inferior alto, mientras que 1 y 2 encuentran su sitio en el cámbrico inferior medio.

Según todo esto, la presencia del cámbrico inferior bajo no está demostrada en Celtiberia por una fauna determinable. Teniendo en cuenta las circunstancias del cámbrico en el NW. de España, que más ade-

lante hemos de describir, estamos autorizados para suponer el límite entre el cámbrico inferior y el medio en la base de la dolomita de Ribota. En cuanto al cámbrico medio y al superior, nos podemos referir a lo ya dicho sobre los cortes antes indicados o descritos, si bien hay que tener en cuenta su complejidad tectónica, que ha destruído la continuidad estratigráfica, convirtiéndolos en una serie de escamas alóctonas difíciles de descifrar.

4. Cuestiones sin resolver todavía

En la descripción que ahora hemos hecho del cámbrico de las Cadenas Celtibéricas se han recogido todos los datos más importantes que hasta ahora poseemos, pero sin embargo, quedan aún abiertas varias cuestiones que, en interés de la investigación futura, sería necesario destacar.

1. En el cámbrico inferior más bajo faltan hasta ahora faunas determinables por debajo del tramo de la dolomita de Ribota. En otros sitios del cámbrico español existen series que se pueden comparar con éstas, y por consiguiente, cabe esperar que también se hallaran en la región del Jalón. En mis investigaciones del año 1928 encontré indicios de trilobites en la parte alta de las «capas abigarradas del Jalón», en la cercanía de la desembocadura del valle del Ribota, en el del Jalón. Entonces, según esto, sería interesante hacer estudios minuciosos de detalle en aquella región.

2. En el cámbrico inferior alto existe todavía una gran laguna estratigráfica en la serie de los trilobites entre la parte inferior de las capas de Huérmeda y las capas inferiores de Murero; acaso podría cerrarse esta laguna examinando el terreno en Villafeliche o en el valle de Manubles, al N. de Ateca.

3. En las capas de Murero que contienen trilobites y se encuentran en la Rambla de Valdemiedes, hay una falla, ya tantas veces citada, que interrumpe la sucesión *granieri-languedocensis*. Para cerrar esta laguna sería necesario hacer investigaciones detalladas en regiones cercanas a Villafeliche, libres de cualquier accidente tectónico que las afectara.

4. Las capas de Villafeliche, cuya descripción, al principio, es de carácter puramente petrográfico, lo que induce a llamarlas areniscas, podrían acaso encontrar su equivalente en las capas de Murero, para lo cual valdría la pena de hacer investigaciones detalladas de estratigrafía fina en el espacio comprendido entre ambos pueblos. Una recolección detallada de trilobites, horizonte por horizonte, como hemos hecho en las capas de Murero, nos vendría muy a propósito para establecer una denominación más exacta de carácter bioestratigráfico y hacer también nuevas divisiones estratigráficas en estas zonas.

Capas	Fósiles más importantes	Series comparables de otros países extranjeros	Edad geológica
Capas de Ateca	Braquiópodos sin charnela	<i>Lingula-Flags</i> (placas de <i>lingula</i>) Inglaterra	Cámbrico super.
Capas del Jiloca	Únicamente rastros de origen animal		En parte, por lo menos, todavía cámbrico medio
Capas de Villafeliche	<i>Solenopleuropsis marginata</i> <i>Ctenocephalus cf bergeroni</i>	Montagne Noire (SF. de Francia)	
CAPAS DE MURERO	Capas superiores de Murero	Piso de <i>Paradoxides mediterraneus</i>	Cámbrico medio
		Banda de <i>barriensis marginata</i>	
		Banda de <i>heberti pradoanus</i>	
		Banda <i>rouvillei</i>	
		Banda <i>antiquus hispanica</i>	
	Piso de <i>mureroensis</i>	Banda <i>granieri languedocensis</i> ... Laguna ...	Piso de <i>Paradoxides rouvillei</i>
		Banda <i>mureroensis hastata</i>	No se conoce en ningún otro país.
		Banda <i>moratrix-mureroensis</i>	
		Banda <i>mureroensis - hastata - ibericus</i>	
		Banda <i>mureroensis - hastata - lotzei</i>	
Moluscos bivalvos			
Capas inferiores de Murero	Banda <i>ibericus undulata</i> ; moluscos, braquiópodos Banda <i>ibericus</i> Banda <i>Termierella-Perrector?</i>	Pisos más altos del cámbrico inferior de Marruecos	
Cuarcita de Daroca	Braquiópodos <i>Volborthella?</i>		Cámbrico inf. alto
Pizarras de Huérmeda	Banda <i>Redlichia Micmacca (Lusatians)</i> Además, <i>Triangulaspis andalusiana</i> . <i>Strenuaeva</i> .	Cámbrico inferior bajo del Este de Asia y Australia	
Dolomita de Ribota	Banda <i>velatus ribotanus</i> Banda <i>incondita</i>	Pizarras con trilobites de Görlitz (Silesia). Pizarras de <i>Protolenus</i> de Corea	Cámbrico inferior medio
Capas abigarradas del Jalón	Indicios de trilobites		
Capas de Embid	Sólo pistas		Cámbrico inferior bajo
Cuarcita de Bámbola	Azoica		

Tab 2. Sucesión de faunas, principalmente de trilobites, del Cámbrico de las Cadenas Ibéricas

5.—La separación entre el cámbrico medio y el cámbrico superior sigue siendo indecisa en tanto que no hayamos podido encontrar una posición estratigráfica más detallada de las «capas del Jiloca» por sus fósiles correspondientes. No es imposible que pudiera lograrse el hallazgo de fósiles en las zonas margosas de las series. En las capas de Ateca, este nivel, al O. de Valconchán, sería de gran valor estudiarlo con detalle, puesto que ya DEREIMS en 1898 citaba el hallazgo de trilobites.

2. La Sierra de la Demanda

a. Generalidades y datos históricos

La Sierra de la Demanda, zona montañosa que forma parte de las provincias de Burgos y Logroño, cuya cumbre pasa de los 2.000 m. (San Lorenzo, 2.265 m.), junto con la Sierra de Urbión (2.228 m.), constituyen un conjunto que, respecto a su posición tectónica, es comparable al Harz del N. de Alemania. Este conjunto constituye un gran anticlinal de unos 65 kms. de largo por 30 de ancho y se ha constituido en la era alpidica, relacionado con el plegamiento reciente de las Cadenas Celtibéricas. Como ya más atrás indicábamos, este anticlinal de la Demanda, de rumbo herciniano, continúa en cierto modo las alineaciones de plegamientos del Sistema Celtibérico, y por otro lado forma su terminación NW., que es una especie de chapitel o pilar entre las cuencas del Duero y del Ebro.

En este asomo anclinal, de carácter diapírico bastante complicado por fenómenos tectónicos de segundo orden, como lo muestra la serie de fosas y depresiones tanto a lo largo como a lo ancho, que lo ha dividido en varios segmentos, aparece el substrato variscico en una extensión de unos 1.800 km.². Asimismo, en cuanto a la extensión del asomo del núcleo antiguo, se puede también comparar la Sierra de la Demanda con el macizo del Harz en Alemania, cuya extensión se acerca a los 2.000 km.².

Pero, en cambio, en su constitución interna, la Demanda se halla en contradicción con el Harz, lo mismo en la estructura y configuración que en el rumbo de las cadenas antiguas. En el Harz se reconoce una orientación casi completamente transversal a la dirección del borde N., en tanto que en la Demanda parece haber una concordancia bastante completa entre la tectónica antigua y la reciente. Sin embargo, en cuanto al rumbo ESE.-WNW. axial, lo mismo en una que en otra de estas montañas, resulta así que en la Demanda la arquitectura tectónica se comporta con un carácter póstumo respecto a la orogénesis antigua. En detalle existen desde luego diferencias, sobre todo en cuanto a los buzamientos, y naturalmente en cuanto al carácter del tipo de dislocación.

Que el substrato de la Sierra de la Demanda se compone en su ma-

por parte de estratos cámbricos lo sabemos por W. SCHRIEL, quien en 1930 lo ha reconocido así, mientras que los anteriores a él lo situaban todavía en el silúrico, como por ejemplo ocurre con LARRAZET. Asimismo SCHRIEL pudo identificar en la Sierra de la Demanda algunos elementos cámbricos de las Cadenas Ibéricas, pero en cambio este investigador señaló límites del cámbrico inferior, medio y superior que parecen no concordar con la división de estos pisos tal como corresponden a la realidad. Esto lo demostramos en la tabla 3, en donde se hacen constar las divisiones hechas en el cámbrico de la Sierra de la Demanda por W. SCHRIEL.

Cámbrico superior	Cuarcitas predominantes y pizarras cuarcíticas, unos 700 m. Pizarras arcillosas arenosas y pizarras cuarcíticas, 700 a 800 m. Pizarras arcillosas verdes con lingúlidos, 50 a 80 m.
Cámbrico medio	Alternancia de calizas dolomíticas pardas con pizarras margosas, hasta 80 m. Bancos de siderita, de poco espesor.
Cámbrico inferior	Alternancia abigarrada de rocas de colores variados, 200 a 500 m. Areniscas, grauvacas y cuarcitas, 300 a 500 m. Filitas oscuras.

Tabla 3. División del Cámbrico de la Sierra de la Demanda, según W. SCHRIEL, 1930.

El horizonte b) lo paraleliza SCHRIEL con la cuarcita de Bámbole de las Cadenas Ibéricas, y el horizonte c), con las capas abigarradas del Jalón; en los horizontes d) y e) veía SCHRIEL equivalentes de poco espesor del cámbrico medio, tan potente y rico en trilobites, de Celtiberia. Las capas f)-h) las equiparaba a las capas de Ateca. Paleontológicamente no podía este autor establecer tal paralelismo, porque en el horizonte e) no encontró nada más que restos indeterminables de trilobites. Además solamente citaba lingúlidos en el horizonte f).

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1942) informa sobre la presencia de trilobites en la Sierra de la Demanda, que para él podrían suponerse tal vez afines a *Olenellus*, pero no presenta datos más precisos en qué fundarse. Por lo demás, este autor considera la serie de la Demanda en su parte más importante como «silúrica». RUD & E. RICHTER (1948) piensan que algunos datos citados por SAMPELAYO pudieran atribuirse a la presencia de *Tomaculum*, lo que llevaría a suponer aquí la presencia del ordovícico. B. MELÉNDEZ (1943) no cita el cámbrico de la Sierra de la Demanda.

Es decir, hasta ahora faltaban datos paleontológicos auténticos para

determinar la edad de la serie estratigráfica de la Demanda, y por consiguiente SCHRIEL no pudo hacer más que una división litoestratigráfica, pero en modo alguno otra bioestratigráfica.

b. Corte geológico del Valle del Neila-Najerilla

Mis investigaciones de 1954, comenzadas en la Sierra de la Demanda, se agrupaban alrededor del gran valle transversal del Najerilla, entre Anguiano y Mansilla, donde los afloramientos son muy buenos. Asimismo los valles laterales, como el de Valvanera, que pasa por encima del convento de este nombre; el valle de Brieva y el valle de Urbión hasta Viniestra de Arriba, fueron objeto de mis investigaciones detenidas, al mismo tiempo que trataba de interpretar su carácter tectónico cuyo análisis no era posible sin establecer una síntesis estratigráfica fructífera. Sobre los resultados de estas investigaciones ya he informado brevemente el año 1959. Nuevos recorridos de la región hechos más tarde me han permitido ampliar tales datos, que contradicen los obtenidos por SCHRIEL (1930), quien nos hablaba de un plegamiento intensivo especial, de una tectónica de corrimientos de gran alcance, lo mismo que de la presencia de una divisoria tectónica de primer orden (según su dibujo, que reproducimos en nuestra figura 13). El detenido reconocimiento hecho por mí de la Sierra de la Demanda demuestra que la realidad no es tal como este autor se imaginaba, sino que presenta un plan tectónico relativamente muy sencillo (fig. 14). El elemento tectónico principal de la Sierra de la Demanda, entre Anguiano y Mansilla, consiste en un gran sinclinal muy regularmente constituido y de escasa vergencia hacia el N., al cual denominamos «sinclinal principal de la Demanda», al que por el norte se adosa una ancha zona anticlinal de plegamiento especial, que denominamos «anticlinal de Anguiano». La estructura es tan sencilla y las circunstancias litológicas tan claras que esta región resulta así muy interesante para estudios estratigráficos de detalle y ofrece las mejores condiciones para los investigadores.

α) El corte geológico normal

Mis estudios en el campo me han llevado a establecer una nueva división de la serie cámbrica, que tengo anotada en la tabla 4, la cual se puede poner al lado de la propuesta por SCHRIEL, para la mejor comparación de los datos.

β) Litoestratigrafía

El substrato yacente del cámbrico, que con un total, por lo menos, de 4.000 m. de espesor, se encuentra en la región de Anguiano, está consti-

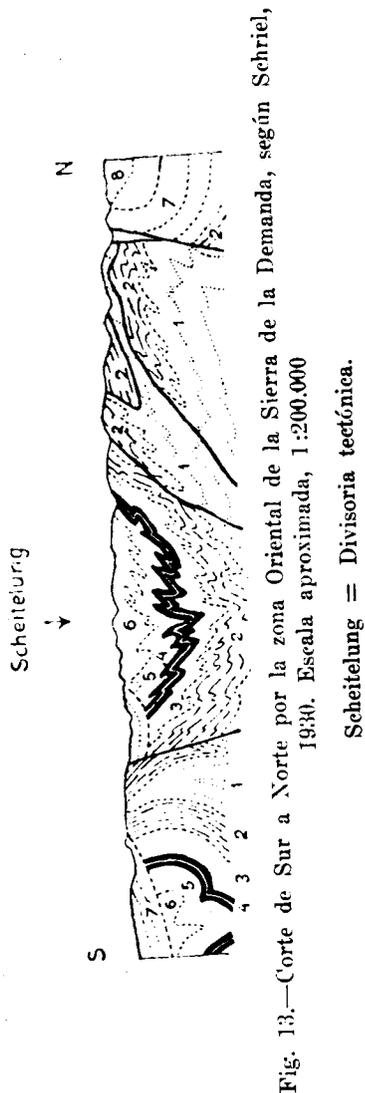


Fig. 13.—Corte de Sur a Norte por la zona Oriental de la Sierra de la Demanda, según Schriél, 1930. Escala aproximada, 1:200.000

Scheitelung = Divisoria tectónica.

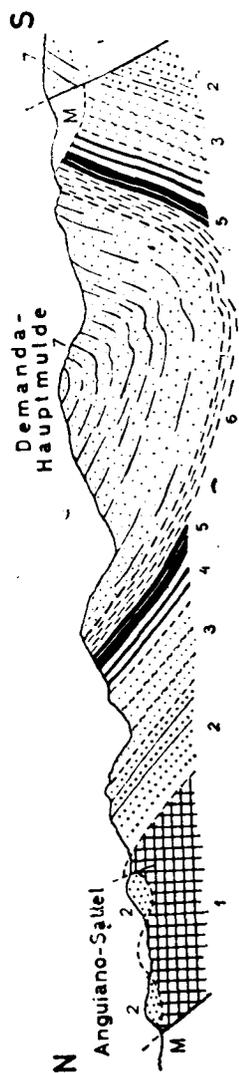


Fig. 14.—Corte Norte-Sur por la Sierra de la Demanda Oriental según mis propias observaciones, 1954. Escala aproximada, 1:120.000

1. Precámbrico.—2. Cuarcita de Bámbola.—3. Capas de Embid.—4. Capas abigarradas del Jalón.
5. Dolomita de Ribota.—6. Pizarras con trilobites.—7. Pizarras de la Demanda (Cámbrico medio y superior). M. Mesozoico.

Anguiano-Sattel = anticlinal de Anguiano.

Demanda Hauptmulde = Sinclinal principal de la Demanda

tuido al S. de esta villa por pizarras arcillosas filíticas, homogéneas, blandas y fácilmente alterables. Petrográficamente se corresponden con las pizarras del corte del Jalón que yo llamo «pizarras de Paracuellos» y que están separadas por una clara discordancia de las capas más recientes, como se ve lo mismo en un hiato metamórfico que en su orientación, distinta a la de tales capas.

1. La sucesión sedimentaria en la parte superior de la discordancia comienza con una serie de bancos de cuarcitas de 250 a 300 m. de poten-

Según LOTZE, 1961		Según SCHRIEL 1930		
Cámbrico superior	Capas de la Demanda	10. Capas superiores de la Demanda (predominan cuarcitas, alternantes con pizarras), varios miles de metros.	cb 3β + γ	Cámbrico superior
Cámbrico medio				
Cámbrico inferior		8. Pizarras de Mansilla (pizarras arcillosas y margosas), 100 a 200 m.		Cámbrico inferior
		7. Capas superiores de Viniegra (alternancia de pizarras y pizarras cuarcíticas), unos 100 m.		
		6. Capas inferiores de Viniegra (cuarcita basal de Viniegra), 20 a 30 m.		
Plegamiento asintico		5. Capas de Urbién (pizarras arcillosas con restos de trilobites), unos 50 m.	cb 3α	Cámbrico medio
	Precámbrico		4. Dolomita de Ribota, unos 50 m.	
			3. Capas abigarradas del Jalón, unos 100 m.	cb 1γ
		2. Capas de Embid, 200-250 m.	cb 1β	
		1. Cuarcita de Bámbola 250 a 300 metros.	cb 1α	(¿Algónquico?)
		Pizarras arcillosas filíticas (= pizarras de Paracuellos)		

Tabla 4. Nueva división del Cámbrico de la Sierra de la Demanda (LOTZE, 1961)

cia total y que se inician de repente con una especie de conglomerado basal. Asimismo, el límite se destaca morfológicamente por una aguda ruptura de pendiente. Cantos rodados de cuarzo, bien formados, se encuen-

tran tomando parte en las capas basales. Además, no es raro observar cantos rodados de pizarras metasilíceas, todo lo cual se asemeja totalmente, lo mismo que por su posición de capas basales, a las cuarcitas de Bámbola del valle del Jalón. Del mismo modo, la constitución de la cuarcita del valle del Najerilla se parece mucho a la que muestra la cuarcita de Bámbola del valle del Jalón, y por todas estas razones parece justificado trasponer o aplicar la misma denominación a lo hallado en la Sierra de la Demanda. La diferencia principal entre ambos puntos consiste en que el espesor en la Demanda es algo menor que en el valle del Jalón y que la serie en conjunto es aquí menos potente; en cambio, parece más diferenciada en bancos. El grano de las cuarcitas es mucho más grueso en el valle del Najerilla.

En esta región se puede dividir la cuarcita de Bámbola en 3 horizontes: en la parte inferior se encuentra la cuarcita en bancos gruesos, con estratificación entrecruzada, sobre la que aparece una serie de pizarras arcillosas con intercalaciones de cuarcita de grano más delgado y bancos de arenisca, y, por último, un segundo horizonte de cuarcita de grano más grueso, a la que denominamos «cuarcita superior», que lo mismo que en la parte baja, puede tener carácter de conglomerado. Se ve, pues, que en la cuarcita hay dos secuencias secundarias, de las cuales la segunda se continúa pasando al horizonte siguiente.

2. Al reducirse la potencia de los bancos, la cuarcita de Bámbola se torna rápidamente en una serie de areniscas de color gris verdoso, grauvacas y pizarras arenosas, bien estratificadas o bandeadas. Todas estas rocas son semejantes a las «capas de Embid» de Celtiberia, si bien su espesor es bastante menor, y además tampoco se puede establecer la división en dos horizontes, que sería uno el de las pizarras arcillosas y otro el de las grauvacas.

3. A continuación hay una alternancia de areniscas y cuarcitas con pizarras arcillosas de color gris verdoso, rojizo-violeta o negro azulado, entre las que se intercalan bancos de caliza o de dolomita y arenisca caliza, formando un tramo que corresponde en gran parte a las capas abigarradas del Jalón, en Celtiberia.

4. Son dolomitas ferruginosas que se alteran, dando un color pardo, y que metasomáticamente han podido convertirse en siderita con intercalaciones de pizarras arcillosas margosas. Este tramo, en esencia, se corresponde por completo con las dolomitas de Ribota; también aquí como allí contienen algunas intercalaciones de pizarras margosas.

5. Son pizarras de poco espesor, que se superponen a las dolomitas. Petrográficamente se asemejan a las pizarras de Huérmeda, si bien alcanzan mucho menos espesor. Aquí les damos el nombre de «pizarras de Urbión».

6. Encima siguen cuarcitas compactas, masivas, de unos 20 a 30 m. de potencia, por lo menos; sobre todo, en el valle del Jalón, al E. de Viniegra de Abajo, pueden observarse bien. Les daremos el nombre de «capas de Viniegra basales» o «cuarcitas basales de Viniegra».

7. Arriba siguen, al E. de Viniegra de Abajo, capas alternantes de cuarcitas y pizarras con más de 100 m. de potencia, a las que denominamos «capas superiores de Viniegra».

8. En el corte de Viniegra de Abajo, en el rumbo hacia los tramos altos, existe una gran laguna estratigráfica debida a la presencia del trias que yace sobre el paleozoico. En otros sitios, como sucede en Mansilla y Brieva, se encuentran pizarras arcillosas que yo denomino «pizarras de Mansilla».

9. Más allá sigue una serie de carácter flysch, de varios miles de metros de potencia, que integran en gran parte la Sierra de la Demanda y a la que le damos el nombre de «Serie de la Demanda». Su parte más baja, a la que llamamos «capas inferiores de la Demanda», tiene varios cientos de metros de potencia y consiste en una alternancia de rocas clásicas, en donde se observa que las areniscas blandas, a veces con intercalaciones calizas, son sustituidas por grauvacas y pizarras grauvácicas, que a su vez alternan con pizarras arenosas.

10. Sin un límite claro de transición, las «capas superiores de la Demanda» cierran la serie con unos 2.000 m. de espesor, de constitución semejante a la serie infrayacente. Consiste en parte en cuarcitas, unas veces en bancos gruesos, compactos; otras veces, en bancos delgados, separados unos de otros por intercalaciones arenosas de pizarras arenosas. No nos ha sido posible establecer una subdivisión estratigráfica en secuencias.

γ) Bioestratigrafía

Los datos que nos ofrece la literatura (SCHRIEL, 1930; SAMPELAYO, 1942), en donde la serie de rocas de la Sierra de la Demanda la presentan como estéril o, por lo menos, pobre en fósiles, considerada en conjunto, no son ciertos, si bien la conservación de la fauna es, en general, muy deficiente.

1. En la cuarcita de Bámbola no se han encontrado hasta ahora ni siquiera indicios de fósiles; debemos así considerarla como estéril.

2. En las capas de Embid existen pistas, que, como siempre, bien poco nos dicen sobre su carácter bioestratigráfico.

3. En las capas abigarradas del Jalón se encuentran fósiles en la parte alta, pero tan mal conservados que no he podido hallar ningún trilobites determinable.

4. En la dolomita de Ribota, en las intercalaciones margosas entre las

partes dolomíticas, aparecen restos de trilobites acompañados por indicios de bivalvos.

5. Las pizarras de Urbión siguientes contienen con frecuencia restos de trilobites, sobre todo en la base, en donde las pizarras son margosas y pasan a formar nódulos de caliza. Una búsqueda detenida promete probablemente hallar material bueno y determinable.

6. La cuarcita basal de Viniegra no contiene fósiles.

7. Lo mismo se puede decir de las capas de Viniegra superiores.

8. Por la escasez de buenos afloramientos de las capas de Mansilla, hasta ahora apenas hemos podido hallar algo útil; pero en 1960, WIENANDS ha encontrado trilobites que acaso procedan de este nivel. Desde luego contiene con seguridad *Paradoxides* y además restos probablemente referibles a *Conocoryphe*, *Solenopleuropsis* o *Pardailhanina*.

9. En la serie siguiente, de más de 1.000 m. de potencia, formada por las capas inferiores de la Demanda, se encuentran, en su tramo más bajo, fragmentos de trilobites, y en un nivel más alto, las areniscas calizas contienen restos de trilobites en forma de yacimientos de forma lenticular, sobre todo en el camino del valle de Urbión, que desde el puente de Najerilla sigue a Viniegra de Abajo. El material allí recogido contiene:

Paradoxides sp. indet.

Solenopleurina demanda (SDZUY, 1958).

En las mismas capas aparecen tallos de crinoideo o, por lo menos, formas que lo recuerdan. Algunos lentejones calizos son ricos en braquiópodos inarticulados (*Obólidos*, *Lingúlidos*). Algunos bancos del valle de Najerilla, en la proximidad de la Presa del Embalse, están llenos de Ortidos (*Nisusia* y otros) bien conservados. También aquí se hallan restos de trilobites, pero hasta ahora, indeterminables.

10. Las capas cuarcíticas superiores de la Demanda no han dado más que braquiópodos inarticulados. Por su tipo, las capas parecen corresponderse con el nivel de los *Lingula*-Flags.

δ) La edad de las capas

a) Las pizarras filíticas del substrato yacente del tramo 1, que SCHRIEL estaba inclinado a considerarlo como cámbrico debido a la discordancia que allí existe, me induce a considerarlo como asintico, es decir, precámbrico, análogo a las pizarras de Paracuellos de las Cadenas Ibéricas Orientales.

b) Los tramos estratigráficos 1 a 7 no nos han dado restos determinables de fósiles, de tal manera que no se puede decir su edad al faltar un argumento paleontológico cierto. Pero la semejanza litoestratigráfica con el cámbrico de las Cadenas Ibéricas es tan grande en parte que los

nombres allí dados se pueden aplicar a los tramos idénticos de la Sierra de la Demanda. En cuanto a la edad de las capas de la Demanda, se ve que los miembros 1 a 3 se corresponden al tramo inferior bajo y el número 4 (dolomita de Ribota), al cámbrico inferior medio. Se puede admitir sin dificultad que las pizarras de Urbión sean comparables a las de Huérmeda; asimismo las capas de Viniegra, con su cuarcita basal, sean, en esencia, comparables a la cuarcita de Daroca, con lo cual resultarían pertenecientes al cámbrico inferior alto. Sus niveles más altos—junto con las «capas de Mansilla»—podrían ser parte de las capas de Murero.

c) En el corte estratigráfico de esta región las pizarras de Mansilla (miembro 8) se parecen al nivel de las capas de Murero de las Cadenas Ibéricas. Acaso cabría señalar aquí el límite entre el cámbrico inferior y el cámbrico medio. La fauna hallada por WIENANDS pertenece al probablemente al cámbrico alto.

d) Los trilobites hallados en las «capas inferiores de la Demanda» miembro 9) nos hablan de su edad mesocámbrica, pero no se ha podido establecer una determinación estratigráfica precisa de sus yacimientos. Según SDZUY (en comunicación escrita) la existencia de *Solenopleurina* podría corresponder al cámbrico medio alto, y así cabría establecerse una comparación con los yacimientos de esta familia hallados en el S. de Francia, en donde los *Solenopleurinae*, son del cámbrico medio alto. Asimismo, los órtidos (*Nisusia* y otros que abundan en algunas placas) no contradicen esta tesis.

e) La serie cuarcítica tan potente de las «capas altas de la Demanda» se parece, como ya hemos dicho, de modo evidente a las «capas de Ateca», incluso en la presencia de braquiópodos de tipo *Lingula*. Según esto, podríamos situarlas en el cámbrico superior.

ε) Comparación con las Cadenas Ibéricas

Como ya hemos dicho varias veces, entre el cámbrico de la Sierra de la Demanda y el de las Cadenas Ibéricas hay coincidencias tan evidentes que me han permitido exponerlas en la tabla 5, como puede ver el lector.

II. EL CÁMBRICO EN LA CORDILLERA CANTÁBRICA AL NORTE DE ESPAÑA

a. Generalidades e historia

El afloramiento más cercano del cámbrico de la Península Ibérica a la Sierra de la Demanda, en el rumbo W.-NW., se encuentra en la Cordillera Cantábrica, en las partes NE., N. y NW. de la provincia de León (figuras 1 y 2).

		<i>Sierra de la Demanda</i>	<i>Cadenas Ibéricas</i>
Cámbrico superior		Capas superiores de la Demanda, más de 2.000 metros	Capas de Ateca, más de 2.000 metros
Cámbrico medio		Capas inferiores de la Demanda, más de 1.000 m. Pizarras de Mansilla, 100 a 200 m.	Capas del Jiloca, unos 450 m. Capas de Villafeliche, unos 250 m. Capas de Murero, unos 200 m.
CAMBRICO INFERIOR	Alto	Capas de Viniegra con cuarcita basal, unos 120 m. Pizarras de Urbión, unos 50 m.	Cuarcita de Daroca, unos 120 m. Pizarras de Hnérmeda, unos 80 m.
	Medio	Dolomita de Ribota, unos 50 m.	Dolomita de Ribota, unos 90 m.
	Bajo	Capas abigarradas del Jalón, unos 100 m. Capas de Embid, 200-250 m. Cuarcita de Bámbola 250 a 300 metros.	Capas abigarradas del Jalón, unos 300 m. Capas de Embid, unos 350 m. Cuarcita de Bámbola, más de 300 metros.
Precámbrico		Pizarras filíticas de Anguiano	Pizarras de Paracuellos

Tabla 5. Comparación del Cámbrico de la Sierra de la Demanda con el Cámbrico de las Cadenas Ibéricas

El espacio entre estas dos regiones sin afloramientos cámbricos es de unos 170 km. de longitud. La Montaña Cantábrica, en la zona que nosotros hemos de estudiar, abarca desde el valle del Esla, por el E. (línea Riaño-Cisterna), hasta la línea San Pedro del Puerto-Piedrafita (Villablino), por el W. Se halla constituido por un haz de pliegues de rumbo axial W.-E., integrado por anticlinales de núcleo cámbrico y sinclinales devónicos, o incluso, carboníferos. Por lo general los pliegues van acompañados por fallas, que, en su mayor parte, están situadas en la parte N. de los anticlinales, y que en sus primeros tiempos seguramente debían ser fallas inversas de rumbo N., como todavía se ven, en parte, actualmente.



Un cambio posterior de la vergencia ha hecho que estos accidentes tectónicos de carácter de cobijadura se hayan resuelto en fracturas y resbalamientos de buzamiento diverso, en parte arrumbadas hacia el N.; se definen bien varias fallas directas. La constitución tectónica del país resulta así muy complicada.

La existencia del cámbrico en estos anticlinales es ya desde hace tiempo bien conocida. Los fósiles del mesocámbrico están citados aquí por primera vez por CASIANO DEL PRADO (1860). Más tarde aparecen los escritos de VERNEUIL y BARRANDE (1860), BARROIS (1877), MALLADA y BUITRAGO (1878), DELGADO (1879), MONREAL (1879-1880) y BARROIS (1882).

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1935, en su mapa general, señala tres yacimientos cámbricos en el N. de León y dice que los depósitos de este período tienen una longitud de uno 80 km., entre Somiedo y Boñar, constituido por bandas orientales de E. a W. Como yacimientos de esta faja cita los siguientes: Adrados, Corniero, Crémenes, Valdoré, Vozmediano y otros. Pero se olvida precisamente de la localidad de Láncara, famosa porque fué en ella donde CASIANO DEL PRADO, en 1860, encontró sus fósiles, y que COMTE (1937) considera, si bien equivocadamente, como la que contiene la fauna cámbrica más rica de la Península Ibérica.

En la Babia Baja, en el contorno de San Emiliano, J. GÓMEZ DE LLARENA y C. RODRÍGUEZ ARANGO (1948, pág. 102) encuentran trilobites el año 1943 en Genestosa y en otros diez puntos más de la región, en parte en rocas que hasta entonces se consideraban como del Devónico o Carbonífero. La determinación de la fauna de Genestosa la publicó HERNÁNDEZ SAMPELAYO en 1943. GÓMEZ DE LLARENA y RODRÍGUEZ ARANGO (1948) señalan una zona de cámbrico que, procedente de Asturias, pasa el Puerto de Ventana, sigue por Genestosa hasta Huergas, primero con rumbo de N. a S. y luego NE.-SW., dobla al SW. y después da la vuelta hacia el E. en Riolago, y se continúa más allá hacia Rabanal y otras localidades.

En Los Barrios de Luna, LLARENA encuentra también el cámbrico. En el Mapa Geológico de España, a escala 1:400.000, 5.ª edición, Hoja 11 (1954), de la que se ha tomado el segmento de nuestra figura 15, indico los yacimientos hallados por mí con números:

1. Al NE. de Boñar.
2. Zona Cerecedo-Argovejo.
3. Al N. de Crémenes.
4. Valle del Porma, al NE. de Valdecastillo.
5. En el ámbito comprendido entre Vegamián y Bucayo.
6. Pequeño núcleo anticlinal al NW. de Cofiñal.
7. Pequeño núcleo anticlinal en la continuación W. del anterior, al N. de Villanueva de la Cuerna.

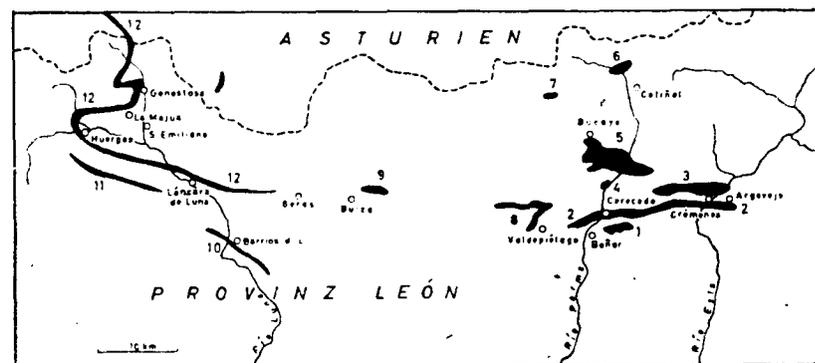


Fig. 15.—Distribución del cámbrico (en negro) en la parte norte de la Provincia de León. Escala 1:80.000. Según la Hoja de León del Mapa Geológico de España a escala 1:400.000, completada con mis propias observaciones. Los núms. 1 a 12 se corresponden con los indicados en el texto.

8. Zona en forma de gancho, que va desde el O. de Valdepiélagos hasta el N. de Correcillas.
9. Pequeño afloramiento al NE. de Buiza (en la carretera de La Pola de Gordón a Rodiezmo).
10. Banda estrecha a uno y otro lado de Los Barrios de Luna.
11. Zona estrecha desde el N. de Abelgas, pasando por el lago Bastagil hasta el SE. de Cabrillanes.
12. Faja estrecha desde el O de Geras, por Lánchara de Luna, hasta la Babia Baja, que por el N. pasa por el Puerto de Ventana, y desde allí se continúa por Asturias.

En los años 1933 a 1959 he visitado los siguientes yacimientos:

- a) Yacimiento 2, en las hoces transversales del valle del Porma, en Cerecedo (entre Boñar y Valdecastillo), y del valle del Esla, en Verdiago, al S. de Crémédas.
- b) Yacimiento 4 del valle del Porma.
- c) Yacimiento 5 de Vegamián.
- d) Yacimiento 8, en Nocedo de Curueño, al N. de La Vecilla.
- e) Yacimiento 9, entre La Pola de Gordón y Rodiezmo.
- f) Yacimiento 10, en Los Barrios de Luna.
- g) Zona 12, en Lánchara de Luna, y una serie de pequeños yacimientos en la Babia Baja.

De todos estos yacimientos fosilíferos, los más interesantes y de especial importancia son los del valle del Porma, en Cerecedo, y de Los Barrios de Luna, sobre todo desde el punto de vista estratigráfico, por lo cual serán descritos con detalle más adelante.

b. División del cámbrico hasta ahora establecida

La literatura que existía antes de la publicación de nuestra obra contiene solamente ensayos de una división del cámbrico leonés del N. de la provincia. MALLADA, según PRADO, en la parte S. de un corte trazado por la zona Corniero-Vozmediano-Valle de Sobrepeña, distingue los siguientes miembros estratigráficos:

Techo: Cuarzita silúrica con pizarras arcillosas.

Cámbrico: { 3. Pizarras arcillosas micáceas.
2. Caliza rojiza con fósiles.
1. Caliza cámbrica de textura sacarina fina.

Más al N. (entre Vozmediano y Corniero), por lo que dicen estos autores, debe haber cámbrico, pero solamente del piso 2, es decir, caliza cámbrica sobre la cual, según estos mismos autores, debe reposar directamente la cuarzita silúrica. (En la nota al pie de esta página 65 del original, dice LOTZE: Es posible que se trate de este punto en el estudio de MELÉNDEZ (1943, págs. 67-68), según el cual, en la aldea de Cordillera (probablemente se trata de Corniero), el silúrico, debido a una elevación tectónica y una denudación, existe una laguna estratigráfica en donde el silúrico aparece transgresivo sobre el cámbrico medio.)

HERNÁNDEZ SAMPELAYO no señala nada nuevo, sino que reproduce simplemente este corte de MALLADA (1943, tabla 4.ª, pág. 318).

GÓMEZ DE LLARENA y RODRÍGUEZ ARANGO (1948, págs. 24-26) establecen los siguientes tramos en la Babia Baja:

Techo: Cuarzita blanca del ordovícico.

Cámbrico: { Mármol rojo veteado, 20 a 30 metros.
Pizarras fosilíferas verdes.
Cuarzita manchada del cámbrico superior.

Muro: Corrimiento.

Según esto, el cámbrico se encontraría aquí incompleto, de lo cual se deduciría para el N. de León un cámbrico con lagunas cuyo substrato o muro sería un corrimiento llano. El corte más completo del cámbrico lo he observado en el valle del Porma, al N. de Boñar, por lo cual utilizaremos este corte en las consideraciones que han de seguir.

c. Corte del Valle del Porma, al norte de Boñar (cámbrico de Cerecedo)

α) El corte normal

Si se camina desde Boñar, valle arriba del Porma, en dirección al N. se

alcanzan horizontes cada vez más antiguos, y se observa que las capas están en posición volcada, con una inclinación media hacia el N., según se representa en la figura 16. En ella distinguimos los siguientes horizontes litoestratigráficos:

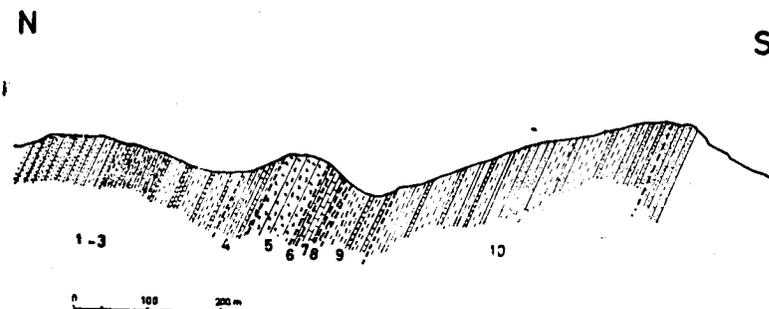


Fig. 16.—Corte geológico del Cámbrico volcado al este de Cerecedo, cerca de Boñar. Escala 1:10.000. Los números se corresponden con los del texto de la página 76.

Techo: Cuarcita compacta y dura: Cuarcita Armoricana.

10. Alternancia de pizarras arcillosas y cuarcitas: «capas de Boñar».
 9. Alternancia de pizarras y areniscas: «capas superiores de Cerecedo».
 8. Pizarras arcillosas predominantemente rojas o gris verdosas: «capas inferiores de Cerecedo».
 7. Calizas y margas rojas: «calizas rojas de León».
 6. Calizas claras, en parte dolomitizadas: «calizas claras de León».
 5. Dolomitas amarillentas: «dolomitas de León».
 4. Capas de transición.
- 1 a 3 «Capas de Cándana que las separamos en tres tramos de arriba abajo:
3. Tercera secuencia del Porma.
 2. Segunda secuencia del Porma.
 1. Primera secuencia del Porma.

β) Litoestratigrafía

El cámbrico comienza con una potente serie de cuarcitas en bancos, que tanto estratigráfica como petrográficamente se corresponden con las que yo en 1957 llamaba por su *locus typicus* de Asturias, como «cuarcita de Cándana». Este nombre lo podemos emplear para rocas de igual constitución del Valle del Porma.

El substrato estratigráfico de estas cuarcitas no aflora en la carretera del valle del Porma, sino que las capas están falladas contra una caliza masiva de edad más reciente. Probablemente, este corrimiento es semejante al que se observa en Paracuellos (valle del Jalón), y lo consideramos como un cizallamiento de la cuarcita a lo largo de su cara basal, con lo cual, la serie de cuarcitas se encontraría bastante completa.

En el valle del Porma (fig. 17) las cuarcitas de Cándana se pueden dividir en tres secuencias principales, que las denominados por este orden: 1.^a, 2.^a y 3.^a secuencia del Porma.

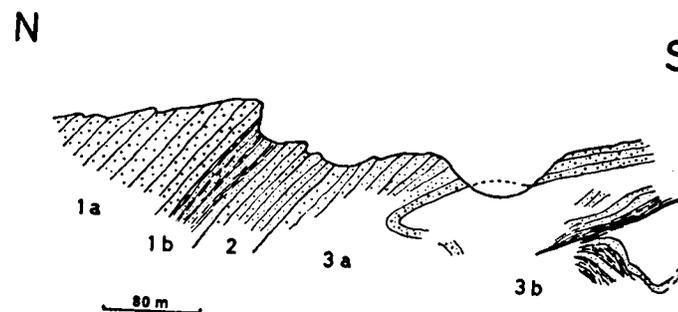


Fig. 17.—La cuarcita de Cándana volcada de la parte oriental del Valle del Porma, al norte de Cerecedo. Escala 1:100.000. Los números se corresponden con los indicados en el texto.

1. *La primera secuencia del Porma* comienza con cuarcitas en gruesos bancos, de grano compacto, claro y basto, que a veces pasan a bancos de conglomerado de cantos silíceos voluminosos. La mayor parte de los cantos son de cuarzo, pero también se encuentran metapizarras silíceas oscuras, y de vez en cuando aparecen también pequeños cantos rodados de granito. Hacia arriba, los bancos de cuarcita se hacen más delgados. En total, esta serie inferior (1a) de la primera secuencia del Porma alcanza un espesor de unos 75 metros.

Como parte superior de ella (1b) siguen unos 30 metros de areniscas en bancos más delgados, de color rojo y gris, de grano grueso, con intercalaciones irregulares de pizarras arcillosas, de la cual pueden aparecer retazos arrastrados erosivamente y luego sedimentados en la arenisca.

2. *La segunda secuencia del Porma* abarca unos 40 metros, formada por capas de arenisca de grano basto y blandas, que luego, hacia arriba, pasan a más compactas, claras y duras y de grano más fino, es decir, que se convierten en cuarcitas.

3. *La tercera secuencia del Porma* es más amplia. Su parte inferior (3a) es de unos 75 metros, y consiste en areniscas de grano basto

que pasa a conglomerado fino, en parte de carácter grauváquico, que hacia arriba se torna una cuarcita basta, y luego compacta y dura, la cual, por último se hace cuarcita blanda compacta. La parte superior (3b) de esta tercera secuencia está compuesta por cuarcitas en bancos delgados, areniscas y grauvacas en placas que aparecen entreveradas con delgadas capas de pizarra. En las areniscas, que en parte solamente tienen un espesor de pocos centímetros, se encuentran muchas pistas. Las pizarras son verdes y micáceas. La estratificación, oblicua, discordante, muestra que el aporte de material procedía del N. Las capas están tan replegadas que es difícil señalar con exactitud su espesor. La parte superior de la serie ya no aflora.

4. La tercera secuencia del Porma está constituida por «capas de transición», que en el Arroyo de Cerecedo, a un kilómetro y medio al E. del valle del Porma, afloran muy bien presentadas y en donde se puede observar su enlace con las capas del siguiente horizonte litoestratigráfico. Aquí hemos obtenido el siguiente corte:

Techo: Dolomita

- f) 7 m. No aflora porque está cubierto por el escombros de un torrente que forma capas delgadas y blandas.
- e) 20 m. Areniscas rojas en gruesos bancos o placas con bonita estratificación entrecruzada y ricas en mica; aparecen algunas intercalaciones de bancos calco-arenosos.
- d) 2 m. de pizarras arenosas rojo-oscuros con placas grandes, en donde aparecen en abundancia las pistas.
- c) 1 m. Cuarcita de estratificación entrecruzada, color rojizo.
- b) 3 m. Alternancia de pizarras rojas, delgadas placas de arenisca con pistas y areniscas más gruesas con magníficas ondulaciones de tipo rippelmark en su cara superior. Todas estas rocas son de color rojo.
- a) Unos 10 m. No aflora.

Yacente o muro: Unos 100 m. de cuarcita, cuya parte superior es predominantemente blanca y formada por bancos gruesos y cuya parte inferior tiene un color más rojo.

5-7. Sobre estos depósitos de carácter macroclástico sigue una serie de rocas carbonatadas, que en su conjunto llamaremos «carbonatos de León». Como en su parte inferior se encuentra la dolomita y arriba predomina una caliza al principio clara y luego, roja, nos permite dividirla en tres tramos, que denominamos, el inferior, «dolomita de León»; el medio, «caliza clara» de León», y el superior, «caliza roja de León». Desde

luego, ninguno de estos tres horizontes o subhorizontes está limpiamente separado de los contiguos; así, por ejemplo, las dolomitas y calizas están enlazadas unas con otras. La zona de contacto muestra un curso irregular, lo que acaso debe ser debido a una dolomitización secundaria. Las calizas claras pueden pasar también a las rojas. En una separación litoestratigráfica de los tres tramos no se podría por tal razón establecer una división guiándonos por el color, sino sólo sobre todo por sus caracteres sedimentarios.

Esto lo vamos a estudiar mejor estableciendo un corte de fina estratigrafía al E. de Cerecedo. De arriba abajo tenemos:

- 10. 11,5 m. de caliza muy nodulosa y veteada, con muchos braquiópodos y restos de crinoideos, algunos trilobites; abajo, más pura y solamente está mezclada con alguna marga roja, pero hacia arriba se hace cada vez más margosa y, por último, se forman unas margas rojas con muchas vetas y lentejones de caliza en parte gris y en parte roja.
- 9. 2,5 m. de caliza veteada en bancos delgados y de color más rojo que la caliza infrayacente; en parte, dolomitizada.
- 8. 5,5 m. en parte calizas de color gris claro, en parte rojizo pálido. Bancos gruesos con muchos restos fósiles de tamaño pequeño en la parte inferior y especialmente por debajo de un límite de dolomitización, de contorno irregular, aparece una dolomita maciza amarillenta.
- 7. Unos 6,0 m. de dolomita en bancos.
- 6. Unos 35 m. de una serie de placas a bancos de dolomita con algunas intercalaciones de calizas en placas de color gris azulado; en la parte inferior aparece una intercalación de pizarras delgadas.
- 5. 1,2 m. de pizarra.
- 4. 1,0 m. de dolomita en bancos.
- 3. 1,7 m. No aflorante (¿pizarras margosas y dolomita?)
- 2. 6,0 m. de dolomita en bancos con intercalaciones que no afloran.
- 1. 5,5 m. de una serie completa, homogénea, de dolomita parda arriba y abajo, en bancos; en el centro, maciza.

Muro o yacente:

- 7,0 m. de un material que no aflora y que probablemente se trata de las capas superiores margosas de la que yo llamo «serie de transición».

Las capas 1 a 7, que están bien caracterizadas por su sedimentación en bancos, corresponden a la «dolomita de León»; las capas que le siguen, 8 y 9, corresponden a la «caliza clara de León», y la 10 es la «caliza roja de León».

8-9. Las rocas que se superponen a esta serie son arcillosas, sobre todo las del tramo inferior, y en parte también del superior, corresponden a las «capas de Cerecedo»; son los tramos más blandos de la serie cámbrica, y por tal razón definen una depresión, paralela a la dirección de la cordillera, entre las crestas coronadas por la «cuarcita armoricana» al lado S., y otras crestas de «calizas y dolomitas de León», al lado N. de esta depresión.

Para la caracterización litográfica de las capas vamos a describir un corte obtenido al E. de Cerecedo (de arriba abajo):

Techo:

- 2,0 m. de cuarcita clara, en bancos que se yerguen como riscos o costillares fuertemente sobresalientes.
- 10,0 m. Areniscas en bancos delgados de tipo flysch, blandos, de color parduzco y que al meteorizarse se hacen tiernos; contienen muchas pistas orgánicas.
- 2,0 m. Pizarra hojosa gris.
- 1,5 m. Pizarra; en sus límites inferior y superior tienen sendos bancos de arenisca hojosa gruesa, pero que se acuña.
- 5,0 m. Pizarras (lo mismo que arriba).
- 0,6 m. Dos bancos de arenisca fina separados por pizarras; el banco inferior, más grueso que el superior.
- 8,0 m. Pizarras blandas, hojosas, grises a gris oscuro, con intercalaciones de areniscas pardas; de forma lenticular, que se acuñan rápidamente.
- 0,7 m. Banco calcoarenoso, veteadado, de color pardo.
- 2,3 m. Pizarra hojosa, verde oscuro, en parte casi negro.
- 0,6 m. Paquete de calizas ferruginosas en estratos delgados, nodulosos y veteados, que al meteorizarse se tornan pardo-amarillentos.
- 3,0 m. Pizarras azul claro, grises, verdes y oscuras en hojas delgadas, de constitución blanda, que arriba muestran algunas capas amarillentas delgadas y ferruginosas.

- 6,0 m. Areniscas, en parte muy blandas, algo glauconíticas.
- 0,5 m. Pizarras verdosas.
- 10,0 m. Areniscas grises, bastante gruesas, feldespáticas, con restos de trilobites; arriba, calcáreas y amarillentas y con manchas finamente repartidas, que al meteorizarse, se destacan; algunas partes de la roca son más calizas y ferruginosas y, por tanto, toman al meteorizarse un color más pardo.
- 0,6 m. Pizarras en hojas delgadas, rojas, azules, violetas y verdes.
- 7,5 m. Areniscas calcáreas, amarillentas, en parte muy blandas, arriba con algunas capas de pizarra que se resuelve en hojas delgadas.
- Unos 10,0 m. Serie mal aflorada, en donde predominan las pizarras margosas blandas; de ellas, los 3 metros más altos son de hojas finas, en parte verdosas, en parte de un vivo color azul-verdoso, en parte violeta y de color rojo vinoso; en la base predominan, en cambio, las pizarras rojas, si bien en general las pizarras son de color verdoso gris.

Muro: Caliza roja de León.

Los 10 m. más bajos de esta serie se pueden separar con el nombre de «capas inferiores de Cerecedo», seprándolas así de las capas más altas, que son areniscosas; de este modo las primeras se ligan así más estrechamente a la facies calcárea que le precede. En la potente serie de cerca de los 60 m. de las «capas superiores de Cerecedo» no es posible establecer una subdivisión, puesto que la serie de estratos finos cambia de rumbo de una a otra de las capas. Además, algunos bancos de arenisca se acuñan y en su lugar aparecen otros.

10. Con un paquete de 2 m. de cuarcitas más duras y compactas comienzan las «capas de Boñar», que tienen un espesor de varios cientos de metros y que constan de una alternancia de pizarras arcillosas tableadas, compactas y con bancos de areniscas más o menos gruesos y más o menos cuarcíticos. Es decir, se trata de la «cuarcita armoricana», que en este enorme tramo constituye una zona de roca compacta y que en su cara inferior muestra una concordancia íntima y absoluta con las rocas de su substrato.

γ) Bioestratigrafía

a) En los horizontes 1-4 solamente se encuentran pistas, sobre todo en la cuarcita del Porma, dominan formas tubulares largas y delgadas del tipo de *Scolithus*; en las cuarcitas de la tercera secuencia del Porma

y en las capas de transición aparecen también algunas pistas cuya investigación ha comenzado A. SEILACHER.

b) En la dolomita de León (horizonte 5) no aparece fauna alguna, pero en cambio en las calizas de León son frecuentes los restos de fósiles; en la caliza clara de León (6) solamente se ven fragmentos indeterminables de fósiles.

c) Especialmente rica en fósiles es la caliza roja de León (horizonte 7), que no solamente contiene muchos fragmentos de caparzones y conchas de braquiópodos y cistoideos, sino también trilobites bien conservados. De éstos he podido encontrar en los afloramientos al W. y al E. del valle del Porma las siguientes especies:

Agraulos longicephalus (HICKS, 1872).

Conocoryphe (*Con.*) *ovata* (SDZUY, 1961).

De este horizonte es el material que figura a continuación, ya citado por HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1935) y B. MELÉNDEZ (1943, pág. 67) que, en cuanto a los trilobites, a mi juicio, necesita una comprobación.

Paradoxides pradoanus (VERN. & BARR.).

Arionellus ceticephalus (BARR.).

Conocephalites sulzeri (SCHLOT).

Conocephalites coronatus (BARR.).

Conocephalites ribeiroi (VERN. & BARR.).

Agnostus sp.

Trochocystites bohemicus (BARR.).

Capulus cantabricus (VERN. & BARR.).

Orbicula primaeva (VERN. & BARR.).

Orthis primordialis (VERN. & BARR.).

Orthisina vaticina (SALTER).

Orthisina pellicoi (VERN. & BARR.).

Leperditia sp.

d) También se encuentran restos de trilobites en los horizontes 8 y 9 de α , pero indeterminables.

δ) Sobre la edad de las capas

Solamente los tramos 7-9 del «corte normal» (α) se pueden considerar con seguridad como mesocámbrico, basándonos en los trilobites en ellos hallados. En los demás horizontes, únicamente guiados por los hallazgos de fauna, más abundante, de otros sitios semejantes, sólo cabe discutir sobre su nivel estratigráfico. No obstante, las investigaciones hasta ahora realizadas, nos llevan al resultado de que lo mismo en el muro que en

el techo del mesocámbrico existen series potentes en donde no se puede decir que la «cuarcita armoricana» sea transgresiva sobre el mesocámbrico ni que éste esté corrido sobre el paleozoico reciente.

Por adelantado suponemos que tanto en la parte superior como en la parte inferior del cámbrico medio debe haber tramos de la serie cámbrica inferior y superior que estén ocultos y que por consiguiente no podamos dar con seguridad su edad.

d. Observaciones complementarias en la continuación oriental de la zona de Cerecedo:

Cámbrico medio de Verdiago en el Valle del Esla

La franja de cámbrico de Cerecedo se continúa hacia el E. por el valle del Esla, y lo mismo en Verdiago que al S. de Crémenes aparecen buenos afloramientos del cámbrico medio, que distan unos 15 kms. de los yacimientos de Cerecedo.

α) Litoestratigrafía

Bajo la «cuarcita armoricana», que forma un macizo montañoso de roca compacta, se encuentra hacia el NNW. primero una serie alternante de pizarras arcillosas, areniscas y bancos delgados de cuarcitas y luego una serie muy escarpada de unos 80 ó más grados que buza hacia el SSE., en la cual, en Verdiago hemos podido hacer un corte especial inmediatamente al E. de la carretera. La serie, de arriba abajo, es la siguiente:

T e c h o :

Más de 13,0	m.	areniscas claras en bancos gruesos.
3,5	m.	pizarras bastas muy arenosas, verdosas, con intercalaciones de banquitos de arenisca.
0,6	m.	banco de arenisca clara.
2,0	m.	pizarras, lo mismo que las antes citadas.
3,8	m.	areniscas en bancos gruesos.
0,35	m.	pizarras arcillosas verdes, en hojas delgadas.
27,0	m.	areniscas de bancos gruesos, en parte meteorizados, de color amarillo.
0,9	m.	pizarras verdes con pizarras areniscosas en el centro.
9,2	m.	arenisca, en parte caliza y de color pardo al meteorizarse.
7,5	m.	pizarras, en parte verdosas y en parte azuladas, con muchas intercalaciones de areniscas delgadas.
13,5	m.	areniscas en bancos gruesos, que toman arriba un color

- pardo al meteorizarse.
- 0,6 m. pizarras arcillosas.
- 1,0 m. arenisca, arriba caliza y al meteorizarse de color pardo.
- 3,0 m. pizarra hojosa y escamosa, de color rojo pardo a rojo azulado, con intercalaciones negruzcas o verdosas y bandas delgadas de material calizo y ferruginoso.
- 4,5 m. arenisca caliza, muy blanca y parda.
- 3,0 m. pizarra como antes, en general de color rojo oscuro, con un banco calizo arenoso bajo su parte media; en la parte superior aparece una pizarra de unos 0,2 m. de espesor, de color verdoso claro.
- 1,2 m. arenisca blanda, de color pardo amarillento, con una banda pizarrosa verdosa intercalada irregularmente en el centro.
- 4,0 m. pizarra blanda, arriba de color rojo oscuro, con bandas al principio calcáreas, que al exterior han quedado eliminadas por disolución meteórica.
- Unos 20,0 m. pizarra roja predominante, con algunos lechos de nódulos calizos y trilobites y escasos bancos de arenisca caliza.
- 7,0 m. calizas rojas, tableadas o en bancos del tipo normal de la «caliza roja de León», nodulosa, vetada; en la parte inferior más pura, y en cambio, arriba, más arcillosa.
- Unos 10,0 m. caliza clara.

Muro: dolomita, a continuación, caliza.

Esta serie se parece mucho a la de Cerecedo. Así, por ejemplo, las calizas y dolomitas más bajas se corresponden al tramo 5 de la serie de Cerecedo (Dolomita de León). Las calizas claras se corresponden al tramo 6 (calizas claras de León); la caliza roja, a la del tramo 7 (caliza roja de León); las pizarras abigarradas de la parte alta, al tramo 8 (capas inferiores de Cerecedo), y la serie de pizarras y bancos más o menos calizos de las areniscas que alternan con aquellas se corresponden con las «capas superiores de Cerecedo»; el resto de las capas superiores del techo se podría paralelizar con las capas de Boñar.

En la figura 18 se establece una comparación estratigráfica de los miembros 6 a 9. Así vemos que la caliza roja de León, por la parte E. (Verdiago), tiene un espesor menor que en el W. (Cerecedo), en tanto que las pizarras abigarradas que le siguen se conducen de modo contrario; esto induce a suponer que la parte inferior caliza de las pizarras rojas de la región oriental sustituyen facialmente a la caliza superior en

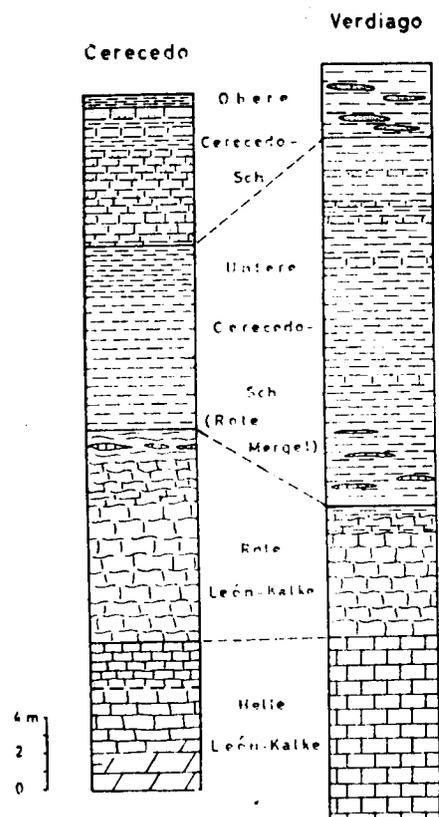


Fig. 18.—Estudio estratigráfico detallado de la serie sedimentaria desde las calizas claras de León hasta las capas superiores de Cerecedo, en los afloramientos de Cerecedo y Verdiago.

Obere Cerecedo Schichten = Capas superiores de Cerecedo.

Untere Cerecedo Schichten (Rote Mergel) = Capas inferiores de Cerecedo (margas rojas).

Rote León Kalke = Calizas rojas de León.

Helle León Kalke = Calizas claras de León.

bancos de la occidental. Del mismo modo, en las capas superiores de Cerecedo se observa un aumento de la facies de la pizarra roja y de los componentes areniscosos en relación con la parte oriental de esta región.

β) Bioestratigrafía

En las margas rojas, sobre la caliza (capas inferiores de Cerecedo), he encontrado:

Conocoryphe, sp.

Conocoryphe (Con.) *heberti*.

Solenopleuropsis verdiagana (Sdzuy, 1958).

Asimismo, en algunos bancos de arenisca he encontrado restos de trilobites. De uno de ellos procede *Conocoryphe pseudooculata*, que es especie característica del mesocámbrico superior.

γ) Sobre la edad geológica

La fauna hallada permite una determinación geológica más precisa. Las pizarras rojas pertenecen, según esto, a la parte superior del complejo estratigráfico B₇ de las capas superiores de Murero (*Banda heberti-pradoanus*), lo que lleva a suponer que las capas superiores de Cerecedo podrían corresponder a las de Villafeliche, también arenosas. La parte restante inferior de las capas de Murero cabría entonces suponerla correlativa o contemporánea de las calizas de León.

e. El corte estratigráfico de los Barrios de Luna

α) Litoestratigrafía

La serie cámbrica de esta localidad comienza con sus tramos más bajos un poco más al S. de Los Barrios de Luna. Hacia el N. se pasa a capas cada vez más altas, y un poco por encima de Los Barrios se alcanza la «cuarcita armoricana», que constituye un muro potente de condiciones ideales para la construcción de un dique tras el cual, en efecto, se ha formado el magnífico lago que inunda todo el valle superior del Luna hasta muy arriba.

Los trastornos tectónicos acaecidos en esta zona hacen tan complicadas las circunstancias estratigráficas en el cámbrico de Los Barrios de Luna que dificultan el reconocimiento e interpretación de los datos que nos ofrecen los sedimentos. Las capas, en conjunto, forman series verticales, y las fallas, en parte, son paralelas a la estratificación. Además, la serie, en sus tramos inferiores no es completa.

El sector aflorante de la serie sedimentaria lo hemos estudiado microestratigráficamente con la mayor precisión posible, de tal modo que hemos deslindado 74 miembros estratigráficos, los cuales, a su vez, se pueden agrupar en ocho unidades litoestratigráficas. A continuación las describimos, de arriba abajo si bien por falta de espacio no las podremos detallar como quisiéramos:

8. Alternancia de cuarcitas, areniscas y pizarras arcillosas, unos 180 metros, la denominación que recibe por nuestra parte es: cuarcitas superiores = capas de Boñar.
7. Alternancia de pizarras arcillosas y areniscas, unos 110 m.: capas superiores del Luna.
6. Pizarras arcillosas, arriba de color verdoso-gris y abajo rojas, unos 18 m.: pizarras superiores del Luna.
5. Calizas rojas, 40 m. = calizas rojas de León.
4. Calizas claras, 44 m. = calizas claras de León.
3. Dolomita, unos 90 m. = dolomita de León.

2. Capas de transición, unos 55 m. = capas de Barrios.

1. Cuarcita en bancos de potencia mayor de 100 m. = cuarcitas inferiores (cuarcita de Láncara).

Los caracteres petrográficos más importantes de las capas los describimos como sigue:

1. *Cuarcita inferior*.—Está constituida por cuarcita de grano grueso, en bancos, pura o limpia, dura, clara, con intercalaciones delgadas de pizarras arcillosas. Se corresponden con las cuarcitas de Cándana del corte del Porma.

2. *Capas de Barrios*.—Serie muy alternante de cuarcitas, areniscas rojas, areniscas calcáreas, margas y pizarras arcillosas de distintos colores.

3. *Dolomita de León*.—Dolomita en bancos bien formados, en parte con intercalaciones de margas dolomíticas.

4 y 5. *Calizas de León*.—Abajo predomina de color claro y en masa; arriba, roja y al mismo tiempo más margosa y con bancos calizos.

6. *Capas inferiores del Luna*.—En la base, son de color rojizo, y en general, de color verdoso gris. Se disgregan en forma de pizarrines o fragmentos concoideos, y frecuentemente con restos de trilobites.

7. *Capas superiores de Luna*.—Pizarras arcillosas verde-grisáceo y pizarras areniscosas alternantes con bancos de areniscas más o menos blandas.

8. *Cuarcita superior*.—Pizarras arcillosas y bancos de cuarcitas sólidas y areniscas más o menos gruesos, unas y otros alternantes. Se corresponden petrográficamente a las capas de Boñar del corte del Porma.

β) Bioestratigrafía

1. Las *cuarcitas inferiores* (= cuarcitas de Cándana) no contienen fósiles.

2. En las *capas de Barrios*, en 1954, encontré los primeros restos de trilobites; más tarde, en una visita al yacimiento acompañado por Szvuy pudimos obtener una gran cantidad de trilobites determinables. Los trilobites se reparten en tres distintos niveles:

El primero se encuentra cerca de la base de las capas de Barrios, en la transición hacia las cuarcitas infrayacentes; nos ha dado los siguientes trilobites: *Lunolenus? lotzei*, *Lunolenus? lotzei?*, además mejillas de género y especie indeterminados.

El segundo horizonte, de donde proceden los restos que yo encontré en 1954, está situado en la zona de areniscas calizas o calcáreas, unas docenas de metros por debajo de la dolomita de León; contiene: *Lunolenus prior*, Szvuy, y *Agraulos antiquus*, Szvuy.

Otro banco un poco más arriba, cerca ya de la base de la dolomita, nos

dió en la carretera, al lado oriental del valle, *Lunolenus lunae*, SDZUY, y *Metadoxides richterorum*, SDZUY.

En la parte W. del valle, aproximadamente frente al yacimiento últimamente dicho, SDZUY encontró en sus correspondientes capas los siguientes fósiles:

Lunolenus lunae, *Dolerolenus formosus*, *Dolerolenus*, sp. y *Metadoxides armatus* (MENECHINI, 1881).

La fauna de Los Barrios de Luna no solamente es interesante por ser la más antigua de trilobites hasta ahora encontrada en España (véase LOTZE, 1954), sino además porque aquí se ha hallado por primera vez el género *Dolerolenus* (= *Olenopsis*) fuera de Cerdeña, y de modo indudable, en tanto que el género *Metadoxides*, que solamente se conocía de Cerdeña, se ha encontrado también en la dolomita de Ribota de las Cadenas Ibéricas (pág. 29).

Los distintos hallazgos se reparten en tres distintos niveles, y por consiguiente, resultan tres faunas distintas; de arriba abajo tenemos:

c) *Lunolenus lunae*, *Dolerolenus formosus*, *Metadoxides armatus*, *Metadoxides richterorum*.

b) *Lunolenus prior*, *Agraulos antiquus*.

a) ¿*Lunolenus?* *lotzei*.

Según mi terminología, estos tres niveles reciben los siguientes nombres:

c) Banda *lunae-formosus*.

b) Banda *prior*.

a) Banda ¿*Lunolenus?* *lotzei*.

Son de valor estratigráfico las pistas conservadas en las areniscas de la banda *Lunae-formosus*, según dice en carta SEILACHER; según este autor, se trata de *Astropoliton* DAWSON. Formas semejantes se conocen de Cudillero, en la costa cantábrica (véase más adelante pág. ...). El género *Astropolithon* ha sido descrito del cámbrico de Nova Scotia.

3. En las capas de «dolomita de León» no se ha hallado fósil alguno.

4. Las calizas claras de León contienen, ocasionalmente, concreciones de caliza pura con una estructura de cebolla que se podría interpretar como depósitos de algas calizas.

5. La caliza roja de León nos ha dado en el corte de Barrios *Solenopleuropsis* cf. *ribeiroi*.

6. En 1954, en las pizarras de trilobites que siguen, es decir, en las pizarras inferiores de Luna, que en la base tienen poco espesor, son rojas y en general de color gris verdoso, he podido recoger abundantes fósiles.

He podido establecer los siguientes horizontes: a, b, c, d, e, f, de los cuales, a se encuentra inmediatamente en la base, y f, cerca ya del techo.

He aquí la lista de los fósiles colectados:

Capa a (capa basal roja:

Conocoryphe heberti (MUN.-CHALM. y BERGERON, 1889).

Paradoxides pradoanus (VERN. y BARRANDE, 1860).

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSSON, 1883).

Solenopleuropsis rubra (SDZUY, 1958).

En la escombrera, en la base, por debajo de esta capa a, he encontrado:

Solenopleuropsis rubra (SDZUY, 1958).

Capa b:

Condylopyge rex (BARRANDE, 1846).

Paradoxides pradoanus (VERN. y BARRANDE, 1860).

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSSON, 1883).

Solenopleuropsis simula (SDZUY, 1958).

Capa c:

Paradoxides pradoanus (VERN. y BARRANDE, 1860).

Solenopleuropsis simula (SDZUY, 1958).

Solenopleuropsis thoralis (SDZUY, 1958).

Peronopsis fallax sallesi (MUN.-CHALM y BERGERON, 1889).

Leiagnostus, sp.

Capa d:

Paradoxides pradoanus (VERN. y BARRANDE, 1860).

? *Paradoxides brachyrhachis* (LINNARSSON, 1883).

Solenopleuropsis marginata marginata (SDZUY, 1958).

? *Peronopsis fallax fallax* (LINNARSSON, 1869).

Peronopsis fallax sallesi (MUN.-CHALM y BERGERON, 1889).

Leiagnostus resectus (GRÖNWALL, 1902).

Ellipsocephalus leonicus (SDZUY, 1958).

Conocoryphe pseudooculata (MIQUEL, 1905).

Capa e:

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSSON, 1883).

Solenopleuropsis marginata marginata (SDZUY, 1958).

Peronopsis fallax fallax (LINNARSSON, 1869).

Peronopsis fallax sallesi (MUN.-CHALM y BERGERON, 1889).

«*Agnostus*», sp. (A. SDZUY, 1961).

Leiagnostus resectus (GRÖNWALL, 1902).

Bailiella barriensis (SDZUY, 1958).

Bailiella cf. *levyi* (MUN.-CHALM y BERGERON, 1889).

Capa f:

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSSON, 1883).

- Solenopleuropsis marginata angularis* (SDZUY, 1959).
Peronopsis fallax sallesi (MUN.-CHALM y BERGERON, 1889).
Leiagnostus resectus (GRÖNWALL, 1902).
Conocoryphe pseudooculata (MIQUEL, 1905).

Como se ve en la figura 19 de modo esquemático, esta fauna muestra diferencias interesantes. *Conocoryphe heberti* y *Solenopleuropsis rubra* están limitados a la capa a. *Condilopygo rex* se encuentra solamente en la capa b. *Solenopleuropsis simula*, en las capas b y c. *Solenopleuropsis*

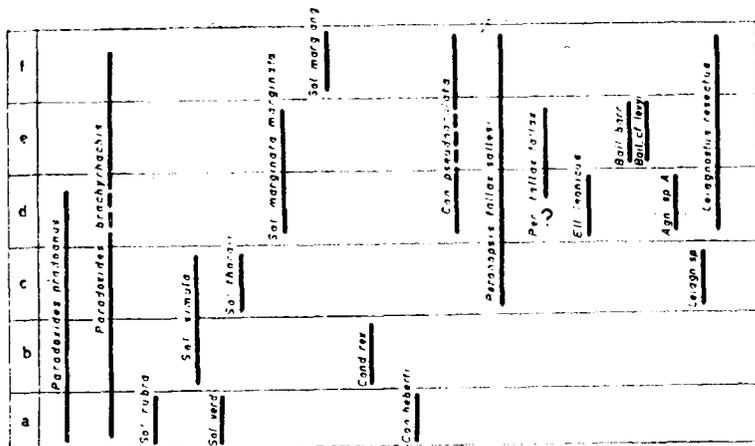


Fig. 19.—Distribución vertical de los trilobites en los yacimientos a-f de las capas inferiores de Luna en los Barrios de Luna. Véanse las páginas 89-90 del texto.

thorali, sólo en la capa c. *Ellipsocephalus ionicus*, solamente en la capa e. *Paradoxides pradoanus* llega hasta la parte media de la serie, es decir, a-d. *Solenopleuropsis marginata* se encuentra solamente en la parte superior (d-f). La subespecie *S. angularis* se encuentra solamente en el horizonte superior (f). *Peronopsis fallax fallax* está en las capas d y c. *Baiiella* se encuentra únicamente en la capa e. *Leiagnostus resectus* y *Conocoryphe pseudooculata* se presentan solamente en la mitad superior de las capas d y f. De aquí resulta, según mi terminología, las siguientes bandas de trilobites en las capas inferiores del Luna:

6. Banda *angularis*.
5. Banda *barriensis marginata*.
4. Banda *pradoanus pseudooculata*.
2. Banda *rex simula*.
1. Banda *heberti pradoanus*.

7. En las capas superiores de Luna se hacen raros los trilobites; sus restos están mal conservados y en general son indeterminables. De la parte inferior de la serie, SEILACHER encontró un resto, que, determinado por SDZUY, es *Paradoxides cf. davidis*. SALTER 1863.

8. La serie superior de cuarcitas y pizarras arcillosas contiene en la parte baja una gran abundancia de pistas y su carácter petrográfico la asemeja a las capas del Jiloca de Celtiberia. La serie que sigue por la parte superior, constituida por pizarras arcillosas y cuarcitas, muestra algunas semejanzas con las de las «capas de Ateca» de Celtiberia o a las «capas superiores de la Demanda».

γ) La edad de las capas

a) La fauna de las capas de Barrios tiene un gran valor estratigráfico tanto en las capas cámbricas inferiores no solamente de la región leonesa, sino también de la celtibérica. Esta fauna tiene muchos de sus caracteres semejantes a los de la fauna de *Olenopsis*, hace ya mucho tiempo conocida de la Cerdeña. En esta isla, la posición de dicha fauna ha sido durante mucho tiempo discutida. Se halla próxima a los mármoles y dolomitas de posición vertical, lo que da motivo para discutir si las capas en donde se encuentran los fósiles son más recientes o más antiguas que las carbonatadas. Según SCHWARZBACH, la posición de la fauna se debe considerar como segura por estar bajo las calizas. Si así es, cabría entonces pensar en una coincidencia completa entre Cerdeña y Los Barrios de Luna.

Por lo demás, los cortes geológicos de la isla de Cerdeña, respecto a la edad de la fauna de los Dolerolenidae, a los cuales pertenece también *Metadoxides*, solamente nos harían ver que son bastante más antiguos que la fauna mesocámbrica, la cual, estratigráficamente, dista mucho de ella. En cuanto a la familia de los Dolerolenidos de otras regiones, hay que decir, ante todo, que la duración de una familia no es lo suficientemente precisa para fijarla como si, en cambio, se tratara de un género o de una especie. Según SDZUY (1959), de esta familia se conocen diferentes géneros de Marruecos, Normandía y Yunan (China meridional).

En Marruecos pertenecen a esta familia los géneros creados por HUPÉ (1952). *Bigotinops*, *Pruvostina*, *Ouijjanina* y *Abadiella*, que se encuentran en las zonas 1 y 3 de las 8 zonas distinguidas por HUPÉ en el cámbrico inferior, es decir, en la proximidad de la base, y además son inferiores al piso europeo de Holmiinae.

En Normandía se encuentra el género *Bigotina*, pero además es el único conocido hasta ahora de dicha región, y por consiguiente no se pueden establecer comparaciones de carácter bioestratigráfico.

En Yunan, la formación Tsiochonsou (SOKOLOV, (1958), en la división inferior de las pizarras del cámbrico inferior de Chipai, se encuentran los géneros de dolerolénidos *Wutingastis* (KOBAYASHI, 1944) y *Yunnanocephalus* (KOBAYASHI, 1936). Según este autor japonés, existen todavía otros dos pisos del cámbrico inferior, con lo cual se podría considerar que la familia de los dolerolénidos también aquí pertenece al cámbrico inferior.

Según todo esto, en tal fauna tendríamos la prueba de que las capas de Barrios pertenecen al cámbrico inferior bajo.

b) La fauna que le sigue inmediatamente es la de la caliza roja de León, que se puede dar con seguridad como de edad mesocámbrica y resulta así equivalente a la de las capas superiores de Murero. Para situar la «dolomita de León» y la «caliza clara de León» no disponemos de argumentos paleontológicos, sino únicamente petrográficos. De ellos veríamos que la dolomita de León podría paralelizarse con la dolomita de Ribota (entre las que hay muchos caracteres idénticos), y por consiguiente podríamos decir que una y otra de estas series pertenecen al cámbrico inferior medio.

Las calizas claras de León, que por debajo están ligadas a las dolomitas y por arriba forman la transición a las calizas rojas, deberían corresponder por tales razones al cámbrico inferior alto y en parte también al cámbrico medio bajo.

c) La colecta de trilobites que hemos hecho deslindando sus horizontes en las capas inferiores de Luna permite establecer una comparación más exacta con el cámbrico de Murero y con el de la Montagne Noire. Según esto, las capas basales rojas a) (banda *heberti pradoanus*) corresponden al nivel B₇ del corte de Murero y al mismo tiempo a la zona *heberti* del piso *Paradoxides mediterraneus* de la Montagne Noire. La capa e) con *Bailiella levii* y *B. barriensis* se correspondería con la B₈ de las capas de Murero (banda *barriensis marginata*) y pertenecería así a la zona *Bailiella levii*, es decir, a la zona más alta de *Paradoxides mediterraneus* de la Montagne Noire, con la cual cabría establecer el paralelismo. Las capas b-d corresponderían, según esto, por lo menos en sus zonas medias, a la zona media del piso de *Paradoxides mediterraneus*; es decir, de la zona de *Phalacroma immensa*.

d) El hallazgo de *Paradoxides cf. davidis* en las capas más bajas del Luna superior, por SEILACHER, muestra que esta serie arenosa pertenece todavía al cámbrico medio y la capa que contiene este fósil se encontraría inmediatamente debajo del límite entre el piso de *Paradoxides paradoxissimus* y el de *P. forchhammeri*, y, por consiguiente podría suponerse que la mayor parte de las capas superiores del Luna pertenecen también a este último tramo.

De todo esto resulta que para el cámbrico medio de Los Barrios podemos establecer el paralelismo siguiente con la serie de capas de la Montagne Noire, según se describe en la tabla 6:

Los Barrios de Luna		Montagne Noire (pisos o zonas)
Capas superiores del Luna		<i>Paradoxides forchhammeri</i>
Capas inferiores del Luna	f	<i>Paradoxides mediterraneus</i>
	e	
	d	
	c	
	b	<i>Phalacroma immensa</i>
	a	<i>Conocoryphe heberti</i>
Caliza roja de León		<i>Paradoxides rouvillei</i>

Tabla 6. Paralelización del Mesocámbrico leonés con el Mesocámbrico de la Montagne Noire

e) La serie superior de cuarcitas y pizarras arcillosas, en cuanto a su constitución litoestratigráfica, se ve que en esencia cabe situarla en el cámbrico superior.

En conjunto resulta así que en Los Barrios de Luna tenemos un corte muy completo de la serie cámbrica. Más adelante volveremos a hablar de este tema al establecer consideraciones sobre la totalidad del cámbrico del N. de la provincia de León.

f. El cámbrico de la Babia Baja

El cámbrico de la Babia Baja, en donde se encuentra el yacimiento de Láncara, forma, según GÓMEZ DE LLARENA y RODRÍGUEZ ARANGO (1948), la base de un manto tectónico de corrimiento de paleozoico antiguo montado sobre el carbonífero (y devónico). Según el Mapa Geológico a escala 1:400.000, hoja núm. 11, se ve que aparece una banda estrecha que marca el borde de la cobijadura desde el W. de Geras, pasando por Lán-

cara de Luna y Huergas, y después toma una dirección al W.-NE., describe luego un gran arco hacia el E. más allá de San Emiliano, pasa por el Puerto de Ventana y se continúa hacia Asturias, al O. de San Martín, y llega hasta el lugar de Santianes de Molenas. Según esto, en unos 70-75 kms. de longitud, esta banda o faja en cambio es tan estrecha que a veces no pasa de un kilómetro.

El cámbrico de esta zona es muy incompleto; sus tramos medios forman la superficie de la cobijadura tectónica y de este modo faltan los tramos inferiores. Mis estudios de esta región han consistido, sobre todo, en formar series de horizontes de fósiles en algunos puntos, entre los cuales citaremos las localidades en donde pude detenerme más tiempo:

1. Láncara de Luna.
2. Huergas, en el valle superior de Luna al WSW. de San Emiliano.
3. La Majúa, al W. de San Emiliano (Babia Baja).
4. Genestosa, al NW. de San Emiliano (Babia Baja).

1. Láncara de Luna

En Láncara de Luna se encuentran afloramientos magníficos en el cámbrico, lo mismo en la carretera de Los Barrios de Luna, al E. del lugar, que en las alturas inmediatamente contiguas.

α) Litoestratigrafía

Al E. de Láncara hemos obtenido la siguiente sucesión estratigráfica: Techo o pendiente: Bancos de cuarcita clara, compacta, con estratificación entrecruzada.

4. 27 m. de pizarra arenosa con areniscas en bancos delgados cuarcíticos. arcillosos, ricos en mica y nodulosos.
3. Unos 45 m. de capas blandas no aflorantes, en donde hay una depresión del terreno.
2. Unos 8 m. de margas nodulosas rojas con numerosos trilobites
1. Unos 5 m. de calizas en bancos, predominantemente rojas.

Muro o yacente: Dolomitas en bancos.

El corte obtenido al W. de Láncara, contando de techo a muro, lo hemos representado en la figura 20. De arriba abajo hemos distinguido 8 tramos:

8. Cuarcita con manchas pardas, en bancos delgados, verdosos, de los que afloran unos 12 m.
7. Pizarras compactas, ásperas, arenosas, de color verde gris con intercalaciones de bancos delgados de arenisca (varios cm.), de as-

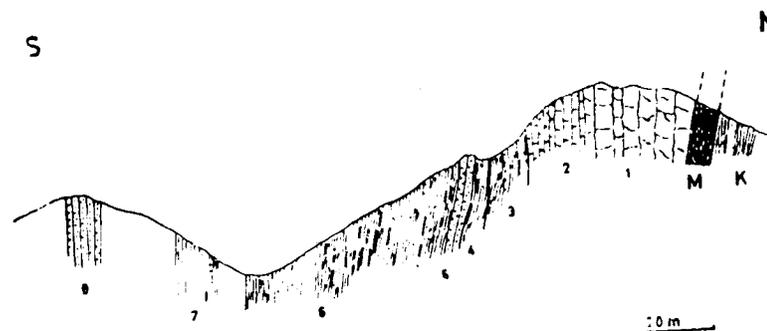


Fig. 20.—Corte geológico de la serie cámbrica al oeste de Láncara de Luna. Escala 1:1.500.

K. Carbonífero.—M. Milonito.—1 á 8. Capas cámbricas que se detallan en las páginas 83 a 84 del texto.

pecto grauváquico, y algunos bancos un poco más gruesos (de hasta 10 cm.); este tramo tiene unos 20 m., de los cuales afloran 12.

6. 41 m. de pizarras hojosas verdosas, con algunas intercalaciones de arenisca, sobre todo en la parte inferior son estas últimas más frecuentes, pero varían y llegan a acunarse en forma de lentejones. Se encuentran también bancos o banquitos delgados, ricos en mica, arenosos, ferruginosos, de color pardusco al meteorizarse. Los 5 m. más bajos de esta serie del tramo 6 son ricos en trilobites. La frecuencia de estos trilobites se reduce hacia arriba.
5. Unos 3 a 3,5 m. de areniscas calizas en bancos gruesos, a veces en masa, con manchas pardas.
4. 2 m. de pizarras bastante compactas de vivo color verdoso con algunas intercalaciones de areniscas delgadas. En la superficie de los bancos de arenisca hay muchos restos pequeños de fósiles.
3. 5 m. de pizarra de color rojo o violeta oscuro con intercalaciones de poco espesor, de calizas rojas principalmente o pardas, que hacia abajo se hacen nodulosas y en parte de caliza rizada, tan característica del cámbrico de esta región. Contiene muchos restos de fósiles.
2. Unos 17 m. de caliza nodulosa; en la parte superior todavía bastante arcillosa, pero en la parte inferior se hace cada vez más pura. En la base en encuentran bancos de algunos metros de grueso. Las calizas están bien estratificadas y aparecen entreveradas a veces con unas bandas de color claro.
1. Más de 20 m. de calizas claras, astillosas o dolomitas.

Muro: Zona de milonitos, de varios m. de de espesor, que recubre, por último, al carbonífero.

β) Bioestratigrafía

En las margas nodulosas rojas al E. de Láncara aparecen con frecuencia los siguientes fósiles:

Ctenocephalus (Hartella) antiquus (THORAL, 1946).

Conocoryphe (Parabailiella) languedocensis (THORAL, 1946).

Las pizarras de trilobites que se superponen nos han dado, al W. de Láncara, los siguientes:

Solenopleuropsis simula (SDZUY, 1958).

Condylopyge rex (BARRANDE, 1846).

Esta última forma se encuentra lo mismo en los tramos 0 a 10 m. que entre los 10 y 15, a partir de la base.

2. Huergas, en el Valle Alto de Luna

α) Litoestratigrafía

En Huergas, el cámbrico está poco aflorante. Como capas más antiguas (a) aparecen unas dolomitas de color gris en bancos gruesos y calizas dolomíticas, que en parte están silicificadas. Encima (b) aparecen calizas variables, rojizas o amarillentas fuertemente apizarradas en parte organógenas. Hacia la parte superior, es decir hacia el pendiente, faltan los afloramientos en una extensión de unos 65 m. A esta zona (c) debían de corresponder unos 50 m. de pizarras arcillosas blandas, a la cual se agregan (d) unos 9 m. de pizarras grauváquicas verdosas, arcillosas y micáceas, con intercalaciones de pizarras arcillosas, ricas en pistas. Siguen luego (e) cuarcitas de color gris claro a gris verdoso, en bancos delgados, que alternan con pizarras arcillosas.

β) Bioestratigrafía

Las dolomitas grises basales son azoicas, pero las calizas que se le superponen, de color rojo, son muy ricas en restos orgánicos, tales como conchas de braquiópodos, fragmentos de cistoideos, etc. En las capas (d) he encontrado trilobites que dan una edad mesocámbrica para las rocas que los contienen.

3. La Majúa, al W. de San Emiliano (Babia Baja)

α) Litoestratigrafía

Bajo el concepto de cuarcita armoricana, que constituye potentes ro-

cas en masa, sigue una serie de 18 tramos, representados en el esquema de la figura 21 y que voy a describir de arriba abajo:

19. Cuarcita armoricana.
18. Unos 100 m. de cuarcita gris verdosa con pequeños puntos de limonita. Bancos delgados a llanos o tableados en parte gruesos. Aparecen intercalaciones delgadas de arcillas pizarroso-arenosas. Se ven zonas en donde las cuarcitas se acumulan en mayor espesor.

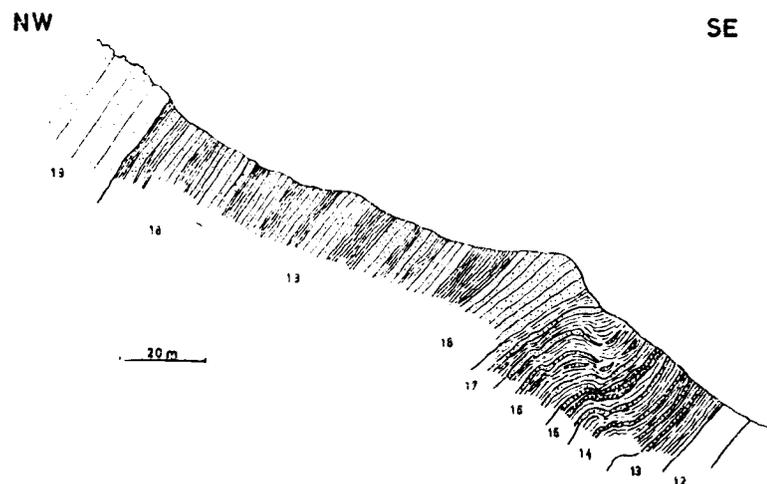


Fig. 21.—Corte geológico detallado del cámbrico de la Babia Baja en la Majúa. Escala 1:1.500. Los números 12 á 19 corresponden a las denominaciones dadas en el texto en las páginas 97-98.

17. Unos 5 m. de alternancia de cuarcitas delgadas en placas o tablas unas veces, y otras, en lentejones que se acuñan; son de color verdoso gris y alternan con pizarras arcillosas ásperas, duras, de color gris verdoso, replegadas. Hacia abajo las cuarcitas se adelgazan.
16. Unos 12 m. de pizarra arcillosa áspera de color gris verdoso, con algunos lentejones de cuarcita separados por distancias grandes. Hacia abajo disminuye la cantidad de arena.
15. Unos 5 m. de pizarras arcillosas más ricas en cuarcita, que hacia la parte inferior se hacen más blandas. En el resto, tal como está escrito en 14.
14. Unos 11 m. de pizarras arcillosas con intercalaciones de grauvaca que hacia arriba se hacen más arenosas; hacia abajo, las pizarras

se hacen más duras con lechos de arenisca delgada. De vez en cuando aparecen restos pequeños de fósiles indeterminados.

13. Unos 5 m. de pizarra arcillosa semejante a la descrita en 11, si bien un poco más arenosa. Algunas intercalaciones de arenisca son algo calizas y al meteorizarse toman un color pardusco.
12. 6 a 7 m., (que no afloran).
11. Unos 20 m. de pizarra arcillosa blanda, de color gris verdoso, con algunas intercalaciones delgadas de arena, e indicios de fósiles.
10. 22 a 25 m., (que no afloran).
9. Unos 7 m. pizarras arcillosas blandas, que de vez en cuando son escasamente calcáreas, arenosas y micáceas; al quedar meteorizada y destruida la caliza, se forman bandas y banquitos pardos y blandos. Hacia abajo, las pizarras toman un color amarillento verdoso y se hacen escamosas. Este término estratigráfico contiene una gran abundancia de fósiles, y es el más importante de trilobites.
8. 5 m. pizarra de color rojo oscuro intenso, de estructura escamosa con intercalaciones un poco calizas; hacia abajo la caliza se hace cada vez más abundante. En la parte superior aparece una zona de medio metro arrugada y rizada.
7. 15 m. de caliza nodulosa en bancos de color rojo oscuro, veteadada, en parte con cauliza rizada o nodulosa y muy abundante en restos fósiles. Hacia abajo pasa a arcillas rojas.
6. Unos cuantos m. de caliza pura de color rosa que hacia abajo pasa a caliza amarilla clara, rica en restos fósiles.
5. Unos 60 m. de caliza compacta, en parte en masa, de color gris claro.
4. 10 m. de caliza en bancos, o también dolomita y rocas silíceas con intercalaciones pizarrosas de color oscuro.
3. 6,5 m. de bancos de caliza o dolomita de gran espesor.
2. 1 m. de pizarras negras y lechos delgados de caliza.
1. 15 m. de caliza en bancos y calizas dolomíticas, en parte de gran grosor, en parte constituyendo bancos delgados, con intercalaciones de pizarras.

Hacia el muro tectónico, los afloramientos se hacen cada vez más abundantes en lagunas; hasta que comienza el carbonífero, siguen todavía algunas zonas calizas, pero no podemos decir con seguridad si todavía pertenecen al cámbrico.

β) Bioestratigrafía

Las colectas que hemos hecho en la capa 9 del corte de La Majúa, contienen:

Conocoryphe (Conocoryphe) heberti (MUN.-CHALM y BERGERON, 1889).
Paradoxides, sp. indet.

Según tal resultado, las capas fosilíferas que han dado trilobites corresponden a las capas a y b de Los Barrios.

Solenopleuropsis simula (SDZUY, 1958).

4. Genestosa, al NW. de San Emiliano (Babia Baja)

α) Litoestratigrafía

La serie sedimentaria que se encuentra desde el techo hasta el muro está representada en la figura 22. Distinguimos seis tramos, que vamos a describir:

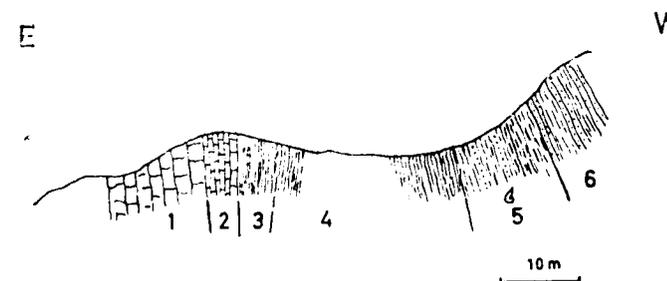


Fig. 22.—Corte geológico especial de la serie estratigráfica del cámbrico en Genestosa, Babia Baja. Escala 1:900. Los números 1 á 6 corresponden a la nomenclatura de las capas detalladas en las páginas 99-100.

6. Pizarra verde arenosa, con intercalaciones de areniscas grauvaquíticas compactas y banquitos de cuarcita. En estos últimos se encuentran *Scolithus* y *Tigillites*; hacia arriba, la arena aumenta.
5. Pizarras arcillosas más compactas, de color verdoso gris, con intercalaciones arenosas que aumentan de abajo arriba.
4. Pizarras arcillosas blandas, que muestran límites bien definidos.
3. Pizarras rojas muy calizas, con bancos calizos en forma de lentejones.
2. Calizas rojas tableadas y en bancos delgados, con muchos restos fósiles.
- 1.—Caliza clara en bancos gruesos. El espesor del tramo 1 lo calculamos superior a los 10 metros; el de los tramos 2 y 3, en conjunto,

es de unos 5 metros, y el de los 4 y 5, en conjunto es de unos 40 metros.

β) Bioestratigrafía

GÓMEZ DE LLARENA y RODRÍGUEZ ARANGO (1948, pág. 28) dan una larga lista de fósiles de las pizarras que se encuentran sobre las calizas mármoreas, cuya determinación ha sido hecha por HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1943); como nos proponemos hacer la revisión de estas determinaciones, no repetimos la lista de mis propias colecciones. De este lugar, sobre todo de la parte superior del tramo 5, que está a unos 30 a 35 metros sobre la caliza del miembro 2, SDZUY pudo determinar:

Agnostus, sp. B.

Peronopsis fallax (LINNARSSON, 1869).

Condylopyge rex (BARRANDE, 1846).

Solenopleuropsis simula (SDZUY, 1958).

Paradoxides cf. *pradoanus* (VERN. y BARRANDE, 1860).

¿*Paradoxides brachyrhacis*? (LINNARSSON, 1883).

La fauna resulta así que se correlaciona muy bien con la de la capa b de Barrios de Luna.

5. Síntesis sobre el cámbrico de la Babia Baja

Los perfiles o cortes estudiados aparecen comparados en la figura 23. Mientras nos ha sido posible, hemos tratado de establecer una correlación entre unos y otros. En conjunto, hemos obtenido el siguiente corte de arriba abajo:

Techo: Cuarzita ordovícica compacta.

7. Alternancia de pizarras arcillosas, cuarcitas y areniscas unos 120 metros: Capas de Boñar.
6. Alternancia de pizarras arcillosas arenosas y areniscas arcillosas a cuarcíticas, 20 a 30 metros: Capas superiores de la Babia.
5. Pizarras arcillosas gris verdosas en parte arenosas, 40 a 50 metros: Capas inferiores de la Babia.
4. Pizarras rojas arcillosas y margosas con nódulos calizos, unos 5 metros: Margas rojas de León.
3. Calizas rojas, en parte nodulosas, y calizas margosas, 15 a 20 metros: Caliza roja de León.
2. Calizas en bancos gruesos a masivas de color gris claro, unos 60 metros: Calizas claras de León.
1. Dolomitas y calizas en bancos con intercalaciones de pizarras, más de 30 metros: Dolomitas de León.

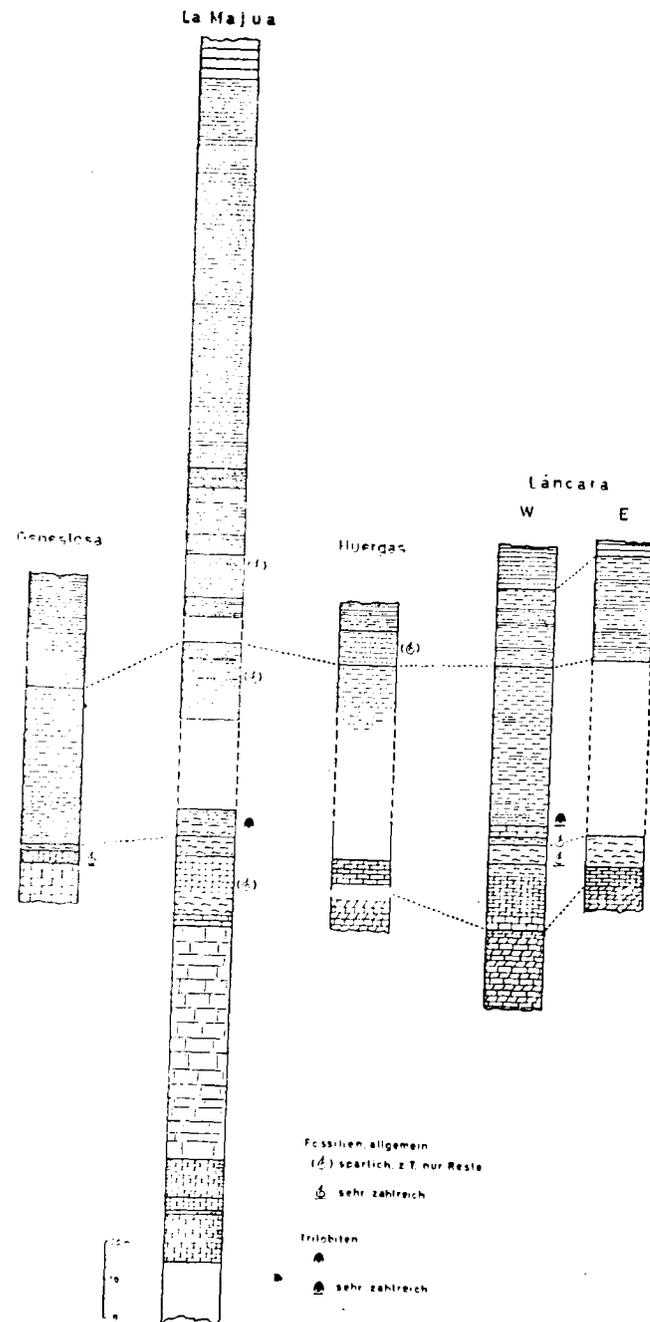


Fig. 23.—Estratigrafía comparada de los cortes cámbricos de la Babia Baja. Escala 1:2.000. Los signos son los mismos de la fig. 6; además se ha añadido el signo de ladrillos, propio para la caliza.

Fósiles, en general escasos; en parte, sólo restos.
muy abundantes.
Trilobites
muy abundantes.

Algunos de estos horizontes coinciden de tal manera en sus caracteres petrográficos con sus correspondientes de la parte más al E. del N. de León, que nosotros podemos, sin duda, darles los mismos nombres. Para los horizontes 4 y 6 conviene sin embargo distinguir estos niveles llamándoles, ante todo, «capas de la Babia», puesto que en su composición de estratigrafía fina, en los caracteres de la arena, en el orden de las capas fósiles, etc., muestran propiedades particulares de ellos. Los trilobites de la zona de la Babia Baja se distribuyen en los siguientes miembros estratigráficos, como sigue:

Miembro 5:

- Solenopleuropsis simula* (SDZUY, 1955).
- Condylopyge rex* (BARRANDE, 1846).
- Conocoryphe* (*Con.*) *heberti* (MUN.-CHALM y BERGERON, 1889).
- Peronopsis fallax* (LINNARSSON, 1883).
- Paradoxides* cf. *pradoanus* (VERN. y BARRANDE, 1860).
- Paradoxides brachyrhachis* (LINNARSSON, 1883).
- Paradoxides*, sp. indet.

Miembro 4: Sobre todo en la base.

- Ctenocephalus* (*Hartella*) *antiquus* (THORAL, 1946).
- Conocoryphe* (*Parabailiella*) *languedocensis* (THORAL, 1946).

La fauna del miembro 5 contiene elementos de los horizontes a-c de las «capas inferiores de Luna», de los Barrios de Luna, sobre todo de la banda *rex-simula*.

Los dos trilobites del miembro 4 no fueron hallados en Los Barrios de Luna. Litoestratigráficamente, las capas se corresponden con las capas basales rojas (capa a de Los Barrios). Sin embargo, la fauna muestra una edad un poco más antigua para las margas rojas de la Babia Baja en comparación con la de los Barrios de Luna. Los dos trilobites clasificados pertenecen a la capa B₃ de Murero, en tanto que la fauna de las capas rojas basales de los Barrios de Luna corresponden al nivel B₇. Las pizarras rojas serían, por tanto, en la Babia Baja, de mayor antigüedad que en Barrios.

g. Cuadro general del cámbrico del norte de León

Las circunstancias litoestratigráficas y bioestratigráficas del cámbrico leonés, tal como acabamos de decir, las representamos en la tabla 7 con el carácter de un resumen sinóptico.

Como muestra la tabla, los elementos litoestratigráficos dentro de la región coinciden bastante unos con otros, de tal modo que las denominaciones o parte de ellas se pueden aplicar a todo el conjunto, pero incluso

Zona del Porma		Corte del Luna		Corte normal de la Babia baja		División estratigráfica	
Litoestratigrafía	Bioestratigrafía	Litoestratigrafía	Biostratigrafía	Litoestratigrafía	Bioestratigrafía		
Capas de Boñar, unos 300 m.		Capas de Boñar, 180 m.		Capas de Boñar, unos 120 m.			Cámbrico Superior
Capas superiores de Cerecedo, 60 m.		Capas superiores del Luna, 110 m.	<i>Par. cf. davidis</i>	Capas superiores de la Babia, 20-30 m.			Piso de <i>forchhammeri</i>
Capas inferiores de Cerecedo, 10 m.		Capas inferiores del Luna, 17 m.	f) <i>P. brachyrh</i> ; <i>Sol. angularis</i> ; <i>Per. Sallesi</i> ; <i>Leiagn. resectus</i> ; <i>C. pseudooculata</i>	Capas inferiores de Babia, 40-50 m.		Zona de <i>Bailiella levyi</i>	Piso de <i>Paradoxides mediterraneus</i>
			e) <i>P. brachyrh</i> ; <i>Sol. marginata</i> ; <i>Per. fallax</i> ; <i>P. Sallesi</i> ; <i>Leiagn. resect</i> ; <i>Bail. barriensis</i> ; <i>B. cf. levyi</i>				
			d) <i>P. brachyrh?</i> ; <i>P. pradoanus</i> ; <i>Sol. marginata</i> ; <i>Per. sallesi</i> ; <i>Leiagn. resectus</i> ; <i>Ell. leonicus</i> ; <i>C. pseudooculata</i>				
			c) <i>P. pradoanus</i> ; <i>Sol. simula</i> ; <i>S. thoralis</i> ; <i>Per. fallax</i> ; <i>sallesi</i> ; <i>Leiagnost.</i>			Zona de <i>Phalacroma immensa</i>	
			b) <i>Con. rex</i> ; <i>Par. pradoanus</i> ; <i>P. brachyrh</i> ; <i>Sol. simula</i>		<i>Peronopsis fallax</i> ; <i>Par. ?</i> <i>brachyrh</i>		
					<i>Con. rex</i> ; <i>Sol. simula</i> ; <i>Par. cf. pradoanus</i>		
Margas rojas de León, unos 4 m.	<i>Con. heberti</i> ; <i>Sol. verdiagana</i>	Margas rojas de León, 1 m.	a) <i>Con. heberti</i> ; <i>P. pradoanus</i> ; <i>P. brachyrhachis</i> ; <i>Sol. simula</i>	Margas rojas de León, unos 5 m.	<i>C. heberti</i>	Zona de <i>Con. heberti</i>	
Caliza roja de León, 14 m.	<i>Agr. longicephalus</i> ; <i>Con. ovata</i> ; Braquiópodos; cistoideos	Caliza roja 40 m. León,	<i>Solenopleura cf. riberoi</i>	Caliza roja de León, 15-20 m.	<i>Ct. antiquus</i> ; <i>Con. languedocensis</i>		Piso de <i>Paradoxides rouvillei</i>
Caliza clara de León, 6 m.	Fragmentos de braquiópodos y cistoideos	Caliza clara de León, 44 m.	Algas calizas	Caliza clara de León, unos 60 m.			Alto
Dolomita de León, 60 m.	Azoica	Dolomita de León, 90 m.	Azoica	Dolomita de León, > 30 m.	Azoica		Medio
Capas de transición = capas de Barrios. 45 m.	Pistas	Capas de Barrios, 55 m.	<i>Lun. lunae</i> ; <i>M. richterorum</i> ; <i>Dol. formosus</i> ; <i>Lunol. prior</i> ; <i>Ag. antiquus</i> ; <i>Lunol. (?) Lotzzei</i> ; Pistas	Desconocido			Bajo
Cuarcita de Cándana. 250 m.	Azoica	Cuarcita de Cándana, 100 m.	Azoica	Desconocido			

Tabla 7. Estratigrafía comparada del Cámbrico del norte de la provincia de León

en los casos en los cuales parece conveniente emplear nombres distintos subsisten tales relaciones estratigráficas. Así, por ejemplo, las «capas de transición» del corte del Porma se parecen tanto petrográficamente a las capas de Barrios del corte de Luna que se pueden considerar de la misma edad, y así el nombre provisional de «capas de transición» que veníamos empleando hasta ahora lo podremos sustituir por el de «capas de Barrios».

Los términos «dolomita de León» y «caliza de León» de los distintos cortes deben ser en esencia los mismos, y por tanto, podrían aplicarse a sus similares de todo el territorio asturiano, puesto que el límite entre las «calizas rojas de León» y las «margas rojas de León» que se les superponen, muestran un límite facial. Se comprueba esto viendo que la parte de la serie roja que en la zona de la Babia Baja posee trilobites se muestra en una, como facies margo-arcillosas, mientras que más al E. aparece en las calizas rojas.

Las capas de Cerecedo inferiores y superiores, las capas de Luna inferiores y superiores y las capas inferiores y superiores de la Babia son, en principio, equivalentes unas a otras, sin embargo, hay en su estratigrafía fina algunas diferencias, como por ejemplo, las capas de Cerecedo inferiores son más ricas en arenisca que las capas inferiores de Luna, y también que en las inferiores de Babia.

En las capas de Boñar, al principio son poco interesantes las diferencias litoestratigráficas que se notan, pero acaso un estudio detenido pudiera descubrirlas.

En cuanto al espesor, obtenemos la siguiente idea:

En los depósitos del cámbrico inferior, que en la región de Luna y Babia Baja son bastante incompletos en la parte inferior, no parecen grandes las diferencias. Las «calizas claras de León» muestran un notable aumento desde el valle del Porma hasta la Babia Baja (de 6 a 60). Las «calizas rojas de León» muestran el máximo de su desarrollo en la zona de Luna, mientras que las «margas rojas de León», donde mayor potencia adquieren es en la Babia Baja. En las capas inferiores de Cerecedo, Luna y Babia Baja, hay una diferencia, un aumento sensible desde el valle del Porma, pasando por el Luna, hasta la Babia Baja de 10 a 40-50 metros, mientras que los pisos superiores de estas capas se comportan de modo opuesto. Esto quiere decir que el límite entre ambos grupos no es exactamente sincrónico, y por consiguiente parece razonable que continúen las diferentes denominaciones que dábamos también al principio. En las capas de Boñar resulta una disminución desde el valle del Porma hacia el Luna y la Babia Baja. Las series que se encuentran de modo completo en estos tres pisos a partir de las calizas claras de León, muestran en los cortes del Porma y del Luna un espesor total de 390 a 400 metros, mien-

tras que en la Babia Baja, que es la situada más al N., no pasa de 275 metros.

Los datos bioestratigráficos de los distintos cortes agrupados en un conjunto muestran gran homogeneidad, de tal modo que las faunas de trilobites de las capas de Barrios, de las calizas rojas de León, de las capas basales y de la parte principal de Cerecedo inferior, del Luna y de Babia inferior, y finalmente, incluyendo también las partes inferiores de las Capas del Luna superior forman un cuadro perfecto. Los distintos datos aparecen ya escritos en páginas anteriores, y se ven también en la tabla 7. En cuanto a la distribución de los trilobites se pueden distinguir las siguientes bandas, como muestra la tabla 8.

Capas superiores de Luna	Laguna
	Banda cf. <i>dauidis</i>
Parte superior de las calizas rojas de León y capas adyacentes	Laguna
	Banda <i>angularis</i>
	" <i>barriensis-marginata</i>
	" <i>pradoanus-pseudooculata</i>
	" <i>simula-thorali</i>
	" <i>rex-simula</i>
	" <i>heberti-pradoanus</i>
" <i>languedocensis</i>	
Capas de Barrios	Laguna grande
	Banda <i>lunae-formosus</i>
	" <i>prior</i>
	" <i>lunolenus (?) lotzei</i>

Tabla 8. División bioestratigráfica del Cámbrico Leonés

En cuanto a la comparación del cámbrico de estas regiones con el de la Sierra de la Demanda y de las Cadenas Ibéricas, existen, litoestratigráficamente, diferencias considerables, sin bien también hay algunas coincidencias. Sobre estas cuestiones haremos las oportunas indicaciones al estudiar el resumen general del cámbrico español.

III. EL CAMBRICO DEL VALLE ALTO DEL SIL (NOROESTE DE LA PROVINCIA DE LEON)

a. Generalidades

En el mapa geológico de España, lo mismo en la edición de 1919 que en la cuarta del año 1955, en el NW. de la provincia de León, al NE. de Palacios del Sil, se señala una pequeña mancha de cámbrico, de unos 20 km.², que parece como si fuera una isla en medio de rocas «silúricas». A juzgar por la descripción de este mapa, este cámbrico constituye como el núcleo de un anticlinal que se destaca por todos lados.

En mi reconocimiento de la región, hecha en los años 1958 y 1959 pude ver que la realidad tectónica era totalmente distinta a la que marcaba el mapa. En Palacios del Sil no asoma ningún núcleo anticlinal, sino que, al contrario, se define el borde meridional del carbonífero superior de Villablino, que por el extremo N. de la cuenca, 27 km. más al SW. se enlaza con el borde N. de la cuenca carbonífera de Noceda, y constituye así una gran serie monoclinial de sorprendente grandiosidad y sencillez en su estructura. Las capas más antiguas aparecen en el N., al borde del carbonífero de Villablino, y hacia el S. se van alcanzando tramos estratigráficos cada vez más recientes. No existe plegamiento especial alguno, ni tampoco una repetición de capas de gran extensión en forma de escamas tectónicas, u otros trastornos diastróficos. A juzgar por lo que hemos visto, los terrenos que forman este país parecen muy apropiados para hacer investigaciones estratigráficas, gracias a sus buenos afloramientos, y lo mismo se puede decir de sus asomos a lo largo del río Sil.

Como no hemos podido hacer el estudio detenido que teníamos planeado, tendremos que contentarnos por ahora con una descripción cualitativa de los puntos examinados.

b. Límite inferior del cámbrico

El carbonífero superior de Villablino, que alberga ricas capas de carbón, yace a lo largo de su borde meridional, sobre una serie de rocas potentes y uniformes, que aparecen fuertemente apizarradas y ligeramente metamorfoseadas, en donde las fracturas, diaclasas y resbalamientos deforman las superficies de las pizarras. Predominan las pizarras arcillosas, pero de vez en cuando se encuentran zonas en donde son más arenosas y más ásperas y entonces pasan a pizarras arenosas y arcillosas blandas o a areniscas impuras y apizarradas. Por parte alguna se encuentran intercalaciones cuarcíticas compactas. Por su escasa resistencia a la meteorización, estas pizarras dan un relieve suave; llano, blando, escaso en zonas

rocosas de pendiente pronunciada y depresiones morfológicas de alguna importancia. En estas rocas se trata sin duda alguna de un tramo equivalente al de las pizarras de Paracuellos de Celtibería o al de las pizarras de Anguiano, en la Sierra de la Demanda, es decir, de *precámbrico*.

Con una discordancia clara, aunque no muy pronunciada, que se manifiesta en la escasa diferencia angular de rumbo y buzamiento, a esta gran potencia de *precámbrico* sigue con una clara discordancia petrográfica, otra serie de unos 3.000 metros de potencia que podemos considerar como *cámbrico*.

c. Descripción litoestratigráfica del corte del Sil

1. Las cuarcitas que reposan sobre el *precámbrico* con una clara y neta discordancia, están constituidas, al principio, por bancos delgados. El banco de cuarcita de la base tiene a lo sumo 5 cm. de potencia, y contiene cantos rodados de cuarzo, a veces bastante gruesos, y algunos fragmentos de pizarra del yacente, es decir del *precámbrico*. Sigue luego una alternancia de pizarras arenosas y tableadas con bancos de cuarcita cuya cara inferior a menudo está formando ondulaciones de gran radio. Dominan, sobre todo las pizarras arcillosas y las intercalaciones delgadas de arenisca o de cuarcita; en cambio, escasean las de espesor grande. Hasta no llegar a unos 10 metros sobre la base de la serie no aparecen ya las cuarcitas de gran compacidad y espesor, sobre las cuales continúa una zona más rica en pizarras arcillosas. Sigue luego hacia arriba una serie de cuarcitas de espesor grande, que en conjunto dan una potencia también considerable. Esta secuencia inicial, que podemos considerar como la principal, va así precedida por dos pequeñas secuencias secundarias. La serie principal de cuarcita muestra una limpia constitución en bancos, en donde cada uno de éstos forma una masa de constitución uniforme; entre los bancos aparecen delgadas intercalaciones pizarrosas. Dominan los espesores medios de los bancos, y son raros los de espesor grande; en cambio, son frecuentes los delgados, que incluso llegan a ser tabulares o laminares.

2. Los bancos de cuarcita se hacen hacia arriba especialmente delgados y planos y sigue luego una alternancia de areniscas y pizarras, que rápidamente pasan a formar un paquete de pizarras blandas con banquitos delgados ricos en cal; esta parte es menos resistente a la erosión, lo que motiva una pequeña depresión del terreno. En total, esta serie que no aflora, lo que habría sido importante para estudiarla bien, tiene unos 15 m. de potencia. Su parte superior aparece al descubierto en la carretera del valle del Sil. El corte comienza aquí con un tramo de unos 2 m. de potencia, que muestra una estrecha alternancia de bancos de carbonatos, que al meteorizarse toman un color pardo, con margas amari-

llentas que a la intemperie toman colores claros y contiene algunas bandas de estratos arenoso-calizos. Debido a esta serie alternante, que presenta numerosas secuencias pequeñas, la roca muestra un bandeo muy característico de bonitos colores. Siguen hacia arriba una serie de areniscas carbonatadas que alteradas se tornan de color pardo; luego, un banco de arenisca caliza, de unos 50 cm. de grueso, de constitución granuda fina y margosa, que al meteorizarse se hace amarillento.

Por último, aparece un banco de arenisca muy gruesa, de unos 90 centímetros, de color pardo intenso al meteorizarse, rica en carbonato y con intercalaciones de arcillas ligeramente margosas, que forman más bien lentejones alargados que bancos. Hacia la parte del techo, esta serie pasa a un banco arenoso-carbonatado de 1,5 m. de espesor; siguen luego 30 centímetros de arcillita en masa, de color verdoso gris, ligeramente apizarrada y, por último, una alternancia de 1 m. de espesor de arcillitas pizarrosas con bancos carbonatados.

3. En brusco cambio a esta que llamamos serie de transición, constituida por una mezcla de rocas carbonatadas con otras arcillosas y arenosas, sigue la dolomita en bancos gruesos o en masa, que en la pendiente se destacan en el relieve como cornisas rocosas; en su interior, la dolomita tiene un color amarillento, y al exterior, se meteoriza en la superficie debido al hierro que tiene, dándole un color pardo oscuro. Esta dolomita, partida por las diaclasas en grandes bloques, tiene un espesor de unos 60 m.

4. En la parte superior siguen pizarras algo silícicas, brillantes, de tacto sedoso, en su base se intercalan bancos de carbonato delgados, pero que hacia arriba pierden caliza, si bien aparecen de vez en cuando algunas bandas de carbonato. Las pizarras no están del todo aflorantes en su totalidad, pero a juzgar por su morfología y posición respecto a las capas circundantes, cabe suponer que debe tener un espesor de unos 200 metros.

5. Siguen cuarcitas y areniscas cuarcíticas, que alternan con pizarras grises, y por su compacidad y resistencia forman cantiles rocosos.

6. La serie siguiente no aflora, pero suponemos que debe estar constituida por pizarras arcillosas y margosas.

7. De nuevo volvemos a encontrar cuarcitas de grano grueso, duras, compactas, en bancos bien definidos, que están separados unos de otros por lechos o capas de pizarra arcillosa. La roca que constituye la cuarcita es de grano grueso, pero que a veces llega a ser de conglomerado muy fino y también muestra en otros sitios una clara estratificación entrecruzada. De vez en cuando estos bancos toman la forma lenticular característica de los depósitos arenosos que se han constituido en aguas agitadas. En la carretera aparece aflorando solamente una parte de esta

serie, que seguramente debe pasar de los 100 m. de espesor. Se pueden observar también en Cuevas del Sil, al N., en donde afloran en un valle lateral; aquí las cuarcitas de la parte superior, constituidas por bancos delgados, forman cerros rocosos, pelados, limpios de vegetación.

8. Según el rumbo de las capas, se desarrolla una estrecha depresión, de la cual cabe suponer que oculte una transición semejante a la que hemos ya indicado en 2.

9. A continuación, vuelven a aparecer rocas carbonatadas, que por sí solas constituyen un relieve montañoso. En contraposición con las dolomitas de color pardo intenso a pardo oscuro del horizonte 3, estas rocas que corresponden a una serie carbonatada, en donde predominan las calizas, muestran una pátina de meteorización de color gris, su espesor pasa de los 300 m. y llegan hasta por encima de las últimas casas de Cuevas del Sil, donde están muy diaclasadas por fracturas cruzadas y forman bloques regidos por las diaclasas transversas.

10. Las capas que se superponen a estas calizas no afloran, puesto que la vertiente está cubierta de escombros; probablemente se trata de una zona de margas, areniscas y arcillitas blandas.

11. Sigue luego una serie de clástico-arenosa con alternancia de areniscas grauváquicas blandas y areniscas más duras y casi cuarcíticas con arcillitas arenosas un poco carbonatadas. En esta serie predominan las areniscas blandas. Hacia el techo se hacen más frecuentes las cuarcitas y a trechos forman escarpes acantilados. Junto a ellas aparecen areniscas normales, en tanto que las pizarras arcillosas se reducen o escasean. Más arriba de esta serie se observan zonas de cuarcitas compactas que forman también escarpes, como ocurre en el SW. de Palacios del Sil. Las cuarcitas se hacen todavía más frecuentes y, por último, se forman bancos gruesos y rocas en masa que por su aspecto podrían considerarse ya del tipo de la «cuarcita armoricana». Es posible que esta serie de cuarcitas puras llegue a tener unos 2.000 m. de espesor.

12. Sobre estas cuarcitas aparecen pizarras arcillosas más puras y de gran espesor, que son completamente idénticas a las del mismo tipo que las pizarras asturianas de Llandeilo (como la pizarra de Luarca).

d. División de la serie cámbrica del valle alto del Sil

Para comprender mejor las circunstancias geológicas de esta región que estamos ahora considerando, es necesario estudiar estratigráficamente la serie agrupando los terrenos o distintos elementos en unidades litoestratigráficas y teniendo en cuenta, naturalmente, las condiciones de sedimentación (secuencias y ciclos de sedimentación, etc.).

Una primera secuencia progresiva nos lleva desde el miembro 1, for-

mado por material clástico grueso, pasando por rocas mezcladas y de transición del miembro 2, hasta un punto máximo de sedimentación química definido en las dolomitas del miembro 3.

La siguiente secuencia pasa de estas rocas carbonatadas por otras intermedias, primeramente carbonatadas y luego arcillosas, del miembro 4, para volver a constituirse el material macroclástico del miembro 5. Estas dos secuencias de régimen contradictorio una de otra forman así un ciclo cerrado de sedimentación. Se ve así que ocurre lo mismo casi que al principio. Los horizontes 5 y 6 significan una segunda secuencia progresiva, desde luego de importancia menor que la primera.

Con el miembro 7 aparece una tercera secuencia ascendente que, pasando por el tramo 8, crea un nuevo segundo punto de sedimentación química en el tramo 9. Esta fase carbonatada es mucho más importante en cuanto a su génesis y de mayor extensión que la primera. Con el horizonte 10 se inicia una secuencia rudimentaria y de carácter descendente, que pasa luego al miembro 11 para constituir aquí una serie de carácter Flysch de gran potencia, susceptible de subdividirse en varias secuencias de carácter oscilatorio, es decir, en donde alternan depósitos de cuarcita fina o gruesa con otros en donde domina la arenisca arcillosa o la pizarra arcillosa-arenosa.

a) Al ciclo más bajo le vamos a dar el nombre de «ciclo de Villanino», y sus miembros fundamentales o esenciales son la «cuarcita de Villanino» (miembro 1), «capas de transición de Villanino» (miembro 2), «dolomita de Villanino» o de «rocas carbonatadas de Villanino» (miembro 3) y «pizarras de Villanino» (miembro 4).

b) Para la secuencia siguiente propongo el nombre de «secuencia del Sil», que se compone de los dos miembros sedimentarios que llamo «arenisca del Sil» (miembro 5) y «pizarra del Sil» (miembro 6).

c) Sigue luego el «ciclo de Cuevas», compuesto por las «cuarcitas de Cuevas» (miembro 7), «capas de transición de Cuevas» (miembro 8), «calizas de Cuevas» o «rocas carbonatadas de Cuevas» (miembro 9) y «pizarras de Cuevas» miembro 10).

d) La siguiente serie, de gran potencia, de rocas clásticas, corresponde tanto desde el punto de vista petrofacial como del litoestratigráfico, a la que ya antes he llamado «serie de los Cabos» (LOTZE, 1958). El nombre que acabo de citar lo adopto también para designar esta serie clástica del corte del Sil. De todas estas consideraciones resulta, para la serie cámbrica del Sil superior, la síntesis de la tabla 9.

e. Sobre la bioestratigrafía

Las colecciones de fósiles que hemos hecho horizonte por horizonte

y de modo sistemático, una vez establecidas las series litoestratigráficas, todavía no se hallan en condiciones de hacer una descripción detenida. Por ahora debemos contentarnos con decir que los restos de fósiles, y entre ellos también de trilobites, se han encontrado en distintos niveles, pero son tan escasos que no nos sirven para hacer una bioestratigrafía detenida.

f. Sobre la edad geológica en relación con las circunstancias litoestratigráficas de los yacimientos cámbricos próximos

La breve descripción que hemos hecho del cámbrico del Sil forma un contraste grande respecto al cámbrico de la Demanda, en donde aparecen diferencias notables aunque no son de extrañar, puesto que hay una distancia mínima, entre uno y otro de los sitios citados, de 250 km. Sin embargo, hay también coincidencias importantes entre unos y otros yacimientos. Vamos a tratar de destacar las coincidencias, de gran valor en estos ensayos de paralelización estratigráfica a grandes distancias, para intentar la paralelización estratigráfica entre la Demanda y el Valle del Sil.

La potente «serie de los Cabos» tiene por completo el mismo carácter de las «capas de la Demanda», en las cuales, como ya hemos dicho, existe el cámbrico medio y, sobre todo, el cámbrico superior. Se encuentra también aquí una facies Flysch, en parte del tipo de las «*Lingula Flags*». En la serie de los Cabos, en la parte más alta, se encuentran también equivalentes de la «cuarcita armoricana» ordovícica, puesto que las pizarras de Llandeilo forman su techo. Sobre todo, el límite entre el cámbrico y el ordovícico no muestra discordancia alguna, como en cambio ocurre en las Cadenas Ibéricas, sino que, por el contrario, se muestra una suave transición fuente o fluida. En la serie de los Cabos, en cambio, deben existir equivalentes al Tremadoc, lo que también puede ocurrir en la Sierra de la Demanda y en Celtiberia.

Si se trata de paralelizar la parte superior de la serie de los Cabos con las capas de la Demanda, parece racional pensar que las calizas de Cuevas tengan su equivalente principal en la dolomita de Ribota, y que, las pizarras de Cuevas, desde luego todavía problemáticas, tengan su equivalente en las pizarras de trilobites que yacen sobre la dolomita de Ribota. Como más adelante veremos, en la parte N. de León hay un gran desarrollo del cámbrico medio en su facies caliza y esto nos induce a considerar que la parte superior de las calizas de Cuevas tenga su equivalente en las calizas de León y por consiguiente podríamos pensar en establecer el límite entre el cámbrico inferior y el cámbrico medio en las rocas carbonatadas.

Para las partes inferiores de la serie cámbrica, la paralelización es difícil todavía, aunque desde el punto de vista petrográfico, la cuarcita de Cuevas, y lo mismo ocurre con la cuarcita de Villanino, se parecen mucho a la cuarcita de Bámbola de Celtiberia.

Desde el punto de vista general de la sedimentación, es decir, teniendo en cuenta la división en ciclos y frecuencias, la cuestión no es tan difícil. Así, por ejemplo, el ciclo de Villanino tiene su equivalente en la secuencia de Bámbola, que alcanza desde la cuarcita de Bámbola hasta las pizarras arcillosas de Embid; estas últimas tendrían así su equivalente en las pizarras de Villanino. La secuencia de Celtiberia resultaría ya casi equivalente a la que hemos encontrado en el Valle del Sil y una y otra formarían un ciclo cerrado; la fase de elementos gruesos de la secuencia del Sil correspondería a las grauvacas de Embid, en tanto que su fase final podría ser equivalente a las pizarras abigarradas del Jalón. La parte principal de esta última serie sería entonces la rama ascendente del ciclo de Cuevas. Todo esto lo expresamos de modo más gráfico en la tabla 9.

Techo		Llandeilo	Ordovícico
d) Serie de los Cabos, unos 2.000 m.	Varias secuencias de sedimentación		↑ Cámbrico superior
c) Ciclo de Cuevas, unos 600 m.	10. Pizarras de Cuevas, unos 30 m.? 9. Calizas de Cuevas, 300-350 m. 8. Capas de transición de Cuevas, unos 30 m. 7. Cuarcita de Cuevas, unos 200 m.		Cámbrico medio
b) Secuencia del Sil, unos 300 m.	6. Pizarras del Sil 5. Areniscas del Sil		Cámbrico inferior
a) Ciclo de Villanino, unos 400 m.	4. Pizarras de Villanino, unos 200 m. 3. Dolomita de Villanino, 60 m. 2. Capas de transición de Villanino, 15 m. 1. Cuarcita de Villanino, unos 130 m.		
Muro		Precámbrico	

Tabla 9. Estratigrafía del Cámbrico del Sil superior

g. Comparación con el cámbrico del norte de la provincia de León

En una comparación con el cámbrico del N. de León se encuentra como la diferencia más importante la gran potencia que en el Sil adquieren los distintos tramos. A una sedimentación del cámbrico de León de unos 750 m. corresponde en el W. de la provincia otra de 3.500 m. de espesor, lo que supone el aumento de la sedimentación 4 veces mayor, lo que indica claramente que la región del W. de León se encuentra en el interior del geosinclinal cámbrico.

El aumento de espesor afecta a los 3 tramos del cámbrico, sobre todo al superior, cuyo carácter ortogeosinclinal se ve bien claro en el W. de León.

Además de estas diferencias generales existen otras faciales en cuanto a la constitución de los distintos tramos sedimentarios. En el cámbrico inferior aparecen dos horizontes carbonatados, uno próximo a la base y otro al techo o final de la serie. El mesocámbrico no contiene rocas del mismo tipo de la caliza roja de León ni tampoco de las margas calizas y margas de trilobites. La potente serie de los Cabos resulta mucho más silíceo, con bancos de arenisca y de cuarcita de mayor potencia, que en el N. de León. En el tipo general, la evolución del país formado por la cuenca del Sil se asemeja más a la de la Sierra de la Demanda, sobre todo en su parte inferior y media, si bien es de menos potencia, y muestra diferencias, como por ejemplo, la existencia de un horizonte dolomítico antiguo, que es la dolomita de Villanino. En resumen, parece que el cámbrico del Sil, en cuanto a su facies y espesor, establece una transición, entre el del N. de León y el de la Sierra de la Demanda.

Sobre las consecuencias paleogeográficas de estos hechos hablaremos más adelante.

IV. EL CAMBRICO DE ASTURIAS

1) Distribución geográfica

En la mitad occidental de Asturias, como muestra la figura 24, son ya conocidos distintos yacimientos cámbricos de extensión varia; se pueden agrupar en tres zonas: una oriental, que sería la continuación de los yacimientos del N. de León y de la zona de la Babia Baja; otra media, de gran extensión, que sería la continuación NW. y N. del cámbrico del W. de la provincia de León y que pasando por el Valle del Narcea y por Tineo, se acerca a la costa cantábrica; y, por último, otra occidental en el ámbito entre Navia y el río Eo. Esta última forma el límite occidental de Asturias, pero penetra también un poco en Galicia.

2) La zona cámbrica oriental del oeste de Asturias

a. Generalidades

En el mapa geológico de España 1:400.000, hoja 11, 5.ª edición, 1954, se encuentran dibujados cinco yacimientos cámbricos, separados unos de otros según muestra la figura 24.

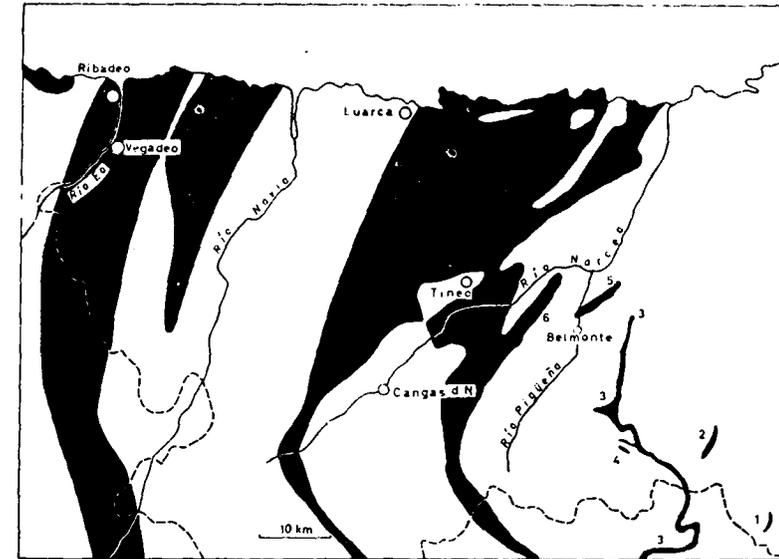


Fig. 24.—Distribución del cámbrico en Asturias, según el Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000, completado con mis propias observaciones y las de Farber y Jaritz, a escala 1:800.000. Los números corresponden a los explicados en el texto, en las páginas 98 y 101.

1. Es un pequeño yacimiento al E. de Tuiza de Abajo.
2. Una estrecha zona de unos 5 km. de largo que va desde el W. de Bucida hasta el SW. de Bárzana.
3. Una estrecha banda de cámbrico en la prolongación de la zona de la Babia Baja, en el límite entre Asturias y León, que llega hasta el W. de Santiago de Molenes.
4. Un pequeño afloramiento al SW. de esta zona en Cuija. Habría que añadir otro que no anota el mapa, el que sigue con el núm. 5:
5. Zona Corias de Arriba. Los Lodos, al N. y NE. de Belmonte.

De los cuatro primeros yacimientos, que yo no he visto, el más grande y largo es, como ya se ha dicho, el que forma la continuación de la zona de la Babia Baja. GÓMEZ DE LLARENA y RODRÍGUEZ ARANGO han sido los primeros en señalar este yacimiento (1948, pág. 24), que han vuelto

a encontrar en Asturias con la caliza cámbrica en Villanueva de Teverga; en las pizarras, ambos autores citan: *Paradoxides pradoanus* (BARR.), *Solenopleuropsis ribeiroi* (BARR.) y *Agnostus cambrensis* (BRONG). Desde el punto de vista litoestratigráfico, parece que este cámbrico se corresponde bastante con el de la Babia Baja.

Yo mismo he estudiado con algún detenimiento el yacimiento al N. de Belmonte, en donde el cámbrico aparece en el núcleo de un anticlinal que lleva un rumbo NE.-SW., pasando por Corias de Arriba, en donde hay buenos afloramientos.

El cámbrico de esta región es ya conocido desde hace más de 100 años; por vez primera aparece citado en la fauna primordial de CASIANO DE PRADO (1858-1860), que se apoyaba en las determinaciones hechas por VERNEUIL y BARRANDE (1860). En su primer viaje a España (1877), BARROIS visita la región, pero no encuentra cámbrico ninguno, y entonces supone que el espacio comprendido entre Grado y Belmonte es devónico, lo cual hizo que M. FERNÁNDEZ DE CASTRO (1878), entonces director de la Comisión del Mapa Geológico, enviara a los geólogos MALLADA y BUITRAGO a los montes de Belmonte. Ambos geólogos, a los cuales se había agregado el portugués DELGADO (1879), pudieron confirmar el hallazgo de CASIANO DE PRADO.

MALLADA y BUITRAGO (1878) dan del país situado al S. de Pedrorio, entre Vio y Lodos, el siguiente corte estratigráfico (de arriba abajo) (véase también BARROIS, 1882, pág. 431-432):

3. Areniscas con *Scolithus*.
2. Pizarras arcillosas, verdosas, con *Conocephalites Ribeiro*, *Paradoxides bohemicus?* o *Spinusus?*
1. Caliza sacaroidea dolomítica.

Bajo esta serie señalan un corrimiento y sigue una serie inferior constituida por pizarras, areniscas y calizas del devónico.

En los años 1954 y 1955 he visitado el cámbrico de Corias de Arriba que forma la prolongación suroccidental de la zona en la vertiente sur de Pedrorio.

b. El cámbrico de Corias de Arriba

La serie cámbrica es incompleta. Comienza con dolomitas, que están montadas sobre capas de edad más reciente, con lo cual se reconoce bien una repetición tectónica. Si se hace caso omiso de estas complicaciones resulta que en esta serie cámbrica de posición vertical, a un lado y otro de la cota 581 al NE. de Corias de Arriba, tenemos el siguiente corte estratigráfico (de techo a muro):

Techo: Cuarcita clara dura: zona principal de cuarcitas = «cuarcita americana».

8. Pizarra arcillosa predominante, si bien aparecen también algunos bancos de arenisca.
7. Bancos de cuarcita de algún espesor, alternantes con intercalaciones de pizarra arcillosa; serie de areniscas más compactas, micáceas y bancos de cuarcita clara y dura que forman la cota 644 en Ciudiadiello.
6. Pizarras y areniscas más o menos compactas, en parte deleznales, micáceas, con numerosas pistas, pequeños *Scolithus*, etc.
5. Areniscas blandas y pizarras arcillosas y arenosas, con restos de trilobites: unos 20 metros.
4. Pizarras arcillosas y margosas, blandas, de color verde gris oscuro, micáceas con restos de trilobites.
3. Calizas tableadas veteadas, poco rojizas, de color gris, que hacia arriba se hacen más margosas, unos 8 metros.
2. Calizas rojas compactas en bancos: unos 12 metros.
1. Calizas claras, arriba en bancos bien definidos, que hacia abajo pasan a dolomitas y se hacen masivas.

La serie es muy semejante a la del N. de León. No cabe duda que el miembro estratigráfico 1 se corresponde con las «dolomitas de León» y con las «calizas claras de León». El miembro 2 se puede paralelizar con las calizas rojas de León; en cambio, falta aquí el miembro 3 de León, probablemente está presente en las calizas rojas de León. El miembro 4, tanto por su constitución petrográfica como por sus fósiles se puede equiparar a las capas inferiores del Luna. El tramo 5 equivale a las capas superiores del Luna. Los demás miembros se pueden paralelizar a las capas de Boñar.

Además de la facies, el espesor de la serie se aproxima mucho a la del N. de León, si bien tiene menos grueso en la parte alta.

Como trilobites determinables citaremos en los miembros 3, 4 y 5 *Paradoxides pradoanus* (VERN. y BARRANDE, 1860).

3. El cámbrico medio del oeste de Asturias

La zona de cámbrico medio que constituye la prolongación nórdica del cámbrico del Sil, en el W. de León, forma una ancha faja que puede dividirse en tramos. No todo lo que señala el mapa geológico de España, como cámbrico hay que considerarlo de este piso; como ocurre en torno a Cangas de Narcea. Además del carbonífero superior se encuentra aquí el precámbrico (pizarras del Narcea), y éste se continúa por el SE. hasta

más allá del Puerto de Leitriegos. Debemos añadir que también aparecen terrenos que podemos considerar como seguros cámbricos, pero que tienen los colores de formaciones más recientes.

Sobre la estratigrafía del cámbrico existen estudios más exactos de tres comarcas: una al W. de Belmonte, en Boinás; otra, entre Cangas de Narcea y Tineo, y por último, la región litoral cantábrica.

Como ya hemos dicho (pág. ...) antes, el primero de estos yacimientos hace ya tiempo que es conocido. MALLADA y BUITRAGO (1878) encuentran en la localidad de Ferredal, que es un pequeño caserío al E.-NE. de Boinás, el siguiente corte estratigráfico:

3. Areniscas de *Scolithus*.
2. Pizarras arcillosas verdes con *Paradoxides pradoanus*, *Conocephalites Ribeiro* y *Trochocystites bohemicus*.
1. Caliza ferruginosa y dolomítica.

BARROIS (1882) cita también este yacimiento.

El segundo yacimiento era ya conocido hace ochenta años, mientras que en el tercero se han encontrado trilobites cámbricos hace poco tiempo. Estudiaremos los yacimientos por separado, según el siguiente orden:

a. El cámbrico de Boinás-Ferredal

α) Litoestratigrafía

El cámbrico de Ferredal tampoco es completo; se trata del núcleo de un anticlinal en donde aparecen las siguientes rocas, de abajo arriba:

1. Dolomita en bancos.
2. Caliza clara en bancos.
3. Margas calizas y calizas margosas de color rojo, de poco espesor (algunos metros). Hacia la parte del techo se adosan las pizarras margosas («pizarras de Ferredal»), de unos 50 metros de potencia, que en la base son un tanto margosas y que pasan arriba a pizarras margosas y blandas. La parte superior, de unos 26 metros, se puede ver bien en un camino en trinchera, al E. de Ferredal, en donde el afloramiento ha dado numerosos y buenos trilobites.

Sobre esta serie de pizarras de trilobites sigue el tramo o miembro 5, que tiene unos 20 a 20 metros de espesor, y consiste en una alternancia de pizarras micáceo-arenosas y areniscas delgadas y tegulares, micáceas; aquí aparecieron resto de trilobites; el tramo 6, que le sigue, es una serie alternante de bancos de arenisca más compacta y dura, y pizarras arenosas y micáceas. Son frecuentes los *Scolithus* y pistas.

Hacia el techo, es decir, hacia el tramo 7 aparecen primeramente ban-

cos de cuarcita sueltos que luego se hacen más frecuentes, y por último, se pasa a la «cuarcita armoricana» en masa.

A diferencia de lo que ocurre en el yacimiento de Coria de Arriba, la serie es en conjunto de más potencia, sobre todo en los tramos 6 y 7, que serían los equivalentes a las capas de Boñar, y lo mismo decimos del tramo 4, equivalente a las pizarras inferiores del Luna; en cambio, la caliza roja de León está muy reducida, lo cual nos lleva a sospechar que se ha realizado un cambio facial, en el cual las calizas rojas han sido sustituidas en su parte superior por pizarras blandas de color verdoso-gris (mitad inferior de las capas de trilobites).

β) Bioestratigrafía y edad de estos terrenos

De la colecta de trilobites realizada por SDZUY en las margas superiores de Ferredal, y sobre todo, en el banco fosilífero superior, que dista 1,4 metros sobre el más bajo, este autor pudo determinar:

Paradoxides pradoanus (VERN. y BARRANDE, 1880).

Dorypyge asturiana (SDZUY, 1958).

Solenopleuropsis simula (SDZUY, 1958).

La combinación de *Paradoxides pradoanus* y *Solenopleuropsis simula* hace que esta fauna sea la misma o parecida a las de las capas b y c de Los Barrios de Luna. En cambio, es nuevo el fósil *Dorypyge asturiana*; en todo caso, esta fauna confirma que la parte superior de las pizarras de trilobites de Ferredal se puede paralelizar con la parte más baja de las capas inferiores del Luna; esto confirma lo ya dicho antes de que los niveles inferiores de las margas de Ferredal deben corresponderse con los niveles altos de la caliza de León, es decir, debe ser de la misma edad.

De los restantes miembros de la serie, las dolomitas deben paralelizarse con las dolomitas de León (miembro 1); las calizas claras equivalen a las del miembro 2 (calizas claras de León), la alternancia de pizarras arenosas y areniscas (5 y 6) corresponde a las capas superiores de Babia, y la serie 7 cuarcítica puede paralelizarse con las capas de Boñar.

b. Valle del Narcea-Tineo

α) Generalidades y división estratigráfica

El cámbrico de Tineo (también llamado de Rodical, por hallarse en el pequeño vallejo de Rodical) es desde hace tiempo muy conocido; ya BARROIS (1882, pág. 429) lo estudia y señala la presencia de *Paradoxides pradoanus* (VERN. y BARRANDE), *Paradoxides barrandei* (BARROIS), distintas

especies de *Conocephalites*, así como *Trochocystites bohemicus*; todos estos fósiles fueron hallados en las pizarras verdes del techo de las calizas.

La situación tectónica estaba todavía hasta hace poco tiempo mal interpretada; se suponía que las calizas formaban el núcleo de un anticlinal cuyo eje debía pasar por el valle de Rodical. ADARO llega incluso a sostener que las pizarras fosilíferas se encuentran en el muro o yacente estratigráfico de las calizas, y que si actualmente se hallan encima, esto será debido a pliegue volcado. CUETO, PATAC y HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1926) discuten o no admiten esta idea de ADARO, y afirman que no es un anticlinal tan sencillo, sino que constituye un anticlinorio, y que la caliza está replegada, y por consiguiente forma un «sinclinal secundario en la bóveda del anticlinorio».

Por nuestra parte podemos decir que ninguna de estas hipótesis es acertada: el cámbrico no forma ningún anticlinal en medio del ordovícico, sino que es la parte de una serie de capas completa monoclinial, que desde el precámbrico alcanza hasta el ordovícico.

El «ala» meridional del supuesto anticlinal abarca, en efecto, la serie estratigráfica en el yacente de las rocas carbonatadas cámbricas, mientras que el ala nórdica está constituida por la serie pendiente o superior.

Según esto, en el valle del Narcea y en el pequeño valle de Rodical tenemos un corte muy completo de la serie cámbrica, al que deberíamos llamarlo, con pleno derecho, un corte modelo o principal.

En la serie, de arriba abajo, se distinguen los siguientes términos:

T e c h o:

7. Areniscas, cuarcitas y arcillitas.
6. Alternancia de arcillitas con areniscas.
5. Pizarras arcillosas y margas.
4. Calizas.
3. Dolomitas.
2. Capas de transición.
1. Cuarcita de Cándana.

M u r o:

Precámbrico.

Primeramente estudiaremos los caracteres litoestratigráficos de esta serie con mayor detenimiento.

β) Litoestratigrafía

Como ya he descrito antes (LOTZE, 1956), la serie cámbrica del valle del Narcea comienza en la carretera en el km. 23,7, al NE. de Cangas, con

una discordancia bien clara. En efecto, las «pizarras del Narcea», precámbricas, llevan un rumbo de 34 a 40°, y buzamiento de 70 a 80° hacia el SE., en tanto que las capas más profundas del cámbrico muestran un rumbo perpendicular al primero, como se ve en el rumbo de 120° que llevan, y el buzamiento de unos 55° hacia el N. Las pizarras, en el contacto inmediato del precámbrico con el cámbrico muestran un color rojizo, lo que podría referirse a una meteorización exógena.

1. El miembro estratigráfico más bajo del cámbrico está constituido por una serie de cuarcitas de más de 1.200 metros de espesor, que yo en 1957 denominé «cuarcita de Cándana». Petrográficamente, esta serie muestra una composición muy característica: está integrada por bancos bien definidos, en donde la mayor parte tienen un espesor de varios cm., y se ven claramente separados unos de otros. La constitución estratigráfica es según esto, favorable para el plegamiento competente, que además se puede observar con facilidad, como por ejemplo, en las pendientes escarpadas de la Peña Sandotina, en la proximidad del puente sobre el río Narcea, al S. de Tineo, que lleva el nombre de La Florida. Los bancos muestran, en general, estratificación entrecruzada, los granos de cuarzo son gruesos, y a veces llegan a constituir grava fina, que a menudo tiene un color rojizo, sobre todo en la superficie de algunos tramos o capas; en la parte superior de los bancos son frecuentes las pistas. En la parte inferior de la serie aparece intercalado un horizonte de carbonato que podría corresponderse con la «dolomita del Sil» del corte del Sil, antes citado.

Ya BARROIS (1882, pág. 428) lo describe llamándolo «caliza del Puente de Arganzinas», del cual publica un corte especial que reproducimos aquí de arriba abajo:

Caliza pizarrosa azul, 8 metros.

Pizarra, 1,5 metros.

Caliza azul gris, 6 metros.

BARROIS supone que las calizas son equivalente a sus «calizas del cámbrico superior», y que la cuarcita que sigue (que yo llamo de Cándana) es la «arenisca armoricana».

Entre La Florida y Rodical, en la carretera, aparece bien aflorada la parte superior de la serie que vamos a detallar de abajo arriba:

km. 16,1 : Areniscas con estratificación entrecruzada bien presentada, de color rojizo o claro; rumbo, 90°; buzamiento, 40° al N.

km. 16,0 : Zona de cuarcita en bancos gruesos, pero bien estratificados; rumbo, 125°; buzamiento, 35° al N.

km. 15,9 : Bancos compacto de cuarcita con escasas intercalaciones pizarrosas; rumbo, 100°; buzamiento, 37° al N.

- km. 15,8 : Cuarcita de grano grueso con estratificaciones entrecruzadas, en parte de color pálido, rojizo pálido con delgadas intercalaciones de pizarras; rumbo, 95°; buzamiento, 35° al N.
- km. 15,7 : Areniscas con estratificación cruzada, que marca muy bien la dirección de su depósito hacia el N. o hacia el NE., y buzamiento unos 35° al N.
- km. 15,6 : Lo mismo que antes, rumbo 110°; buzamiento, 37° al Norte.
- km. 15,5 : Bancos de cuarcita delgados, con más intercalaciones pizarrosas; rumbo, 85°; buzamiento, 45° al N.
- km. 15,4 : Zona de más de 100 metros de potencia de cuarcitas en bancos delgados, con muchas intercalaciones pizarrosas; rumbo, 43° al N.; un poco más allá, rumbo, 110°; buzamiento, 35° al N. Esta zona da lugar a una pendiente más allá de la ladera, en donde no aparecen rocas.
- km. 15,3 : Alternancia de bancos amarillentos de grano fino de cuarcita, con intercalaciones pizarrosas; rumbo, 80°; buzamiento, 42° al N.
- km. 15,2 : Zona de cuarcitas muy compactas, con intercalaciones de pizarras bien desarrolladas; rumbo, 80°; buzamiento, 50° al N. En la parte superior aparecen pizarras arcillosas de color gris verdoso, con cubos de piritita, etc. y areniscas grauváquicas, que muestran un espesor mayor y llevan un buzamiento de 40° al N.
- km. 15,1 : Zona constituida por rocas blandas, sólo escombros.
- km. 15,0 : Rocas de color verdoso gris, de aspecto grauváquico y arcillitas arenosas con ripemarks finos y concreciones de aspecto de geodas; rumbo, 70°; buzamiento, 50° al N.
- Hasta el km. 14,8 : Escombros.
- km. 14,75 (Molino.) En donde, en su cercanía, se encuentran bancos de cuarcita compacta que llevan un rumbo de 70°, y buzamiento 50° al N.
- km. 14,7 : Serie de bancos de cuarcita, en parte delgados en parte gruesos; rumbo, 110°; buzamiento, 47° al N.
- km. 14,6 : Cuarcita muy compacta, pero bien estratificada, de color rojo, de grano grueso, con estratificación cruzada, bien definida y señalando el depósito de sus

materiales hacia el N.; rumbo, 80°; buzamiento, 40° al Norte.

- km. 14,5 : Cuarcitas en bancos bastante compacto, de grano grueso; rumbo, 125°; buzamiento, 38° al N.

Todos estos datos que figuran aquí nos han de servir para establecer el carácter petrográfico de la serie estratigráfica. Creo posible, según tales datos, que se puedan establecer también secuencias sedimentarias. Todo cuanto se dice aquí parece corresponderse con el corte del Sil.

2. A la serie de cuarcitas sucede otra serie de rocas que, además de su carácter clásico predominante, contiene también rocas carbonatadas. En la carretera, esta serie segunda se inicia en una zona de flexura en la cual el rumbo es de 30°, y el buzamiento llega a ser de 63°. Para su caracterización petrográfica describiremos los afloramientos estudiados a lo largo de la carretera de Tineo:

- km. 14,45 : Serie alternante de cuarcitas puras, claras, con pizarras arcillosas e intercalaciones calizas; en la superficie de las rocas aparecen señales bien típicas de ripemarks y numerosas pistas; tanto unas como otras nos demuestran el carácter marino bien claro; el rumbo es de 30°, y el buzamiento, de 63° NW.
- km. 14,4 : Bancos de cuarcita más gruesos, en parte carbonatados, y pizarras que al meteorizarse se pulverizan; rumbo, 52°; buzamiento, 63° al NW. Un poco más allá aparecen calizas impuras o bancos de dolomita.
- km. 14,3 : Hasta aquí aparecen pizarras blandas en parte rojizas, pero pasado el km. 14,3 aparecen de nuevo las rocas carbonatadas con vetas silíceas; rumbo, 110°, buzamiento, 30° al N.
- km. 14,2 : Arcillitas de color violeta y gris y dolomitas silíceas en bancos gruesos; rumbo, 55°; buzamiento, 45° al noroeste.
- km. 14,1 : Capas blandas que forman una depresión, siguen luego calizas en bancos gruesos o dolomíticas, que están en alternancia con areniscas cuarzosas, bastas y calcáreas.

Como se ve, estas «capas de transición», en la parte inferior de la serie, siguen siendo cuarcitas predominantes; hacia arriba se agregan pizarras margosas y rocas carbonatadas arenosas o silíceas, en donde predominan las dolomitas.

3. La serie termina en una zona de unos 100 m. de espesor, de co-

lor rojo o amarillo cuero, y más arriba aparecen pizarras margosas, más o menos calcáreas, de color verde pardusco, que se encuentran en la carretera hacia Tineo hasta unos 10 m. al N. del Puente del Rodical. Llevan un rumbo E.-W. y buzan 42°, que luego pasa a 48° hacia el N.

4. La serie de carbonatos que le sigue comienza con dolomitas o calizas dolomíticas en bancos bien definidos o en placas, tablas o losas; entre ellas se intercalan margas, que en parte tienen un color amarillento al meteorizarse. Siguen calizas dolomíticas masivas, en parte cavernosas, y después gruesos bancos de caliza azulada, que al meteorizarse se convierten en un material pulverulento; en conjunto, las rocas carbonatadas tienen un espesor de unos 150 m.

5. Una serie de rocas muy calcáreas y margosas señala la transición de estas series anteriores a las pizarras margosas, en las cuales se encuentran los yacimientos de trilobites hallados por BARROIS; también se meteorizan, dando un material blando y motivan así la formación de un pequeño vallejo lateral.

6 y 7. Al N. de esta última serie, en la parte superior de las margas de trilobites, aparecen rocas arcillosas y arenosas en las que al principio dominan las areniscas arcillosas blandas en bancos delgados, que luego pasan a areniscas más compactas y de mayor espesor.

Esta serie última es el comienzo de otra secuencia de material clásico de gran potencia, cuya continuación se oculta bajo el carbonífero superior de Tineo, pero que al otro lado de esta cuenca carbonífera, al N. de Tineo y a lo largo de la carretera nacional de La Espina a Luarca, llega a desarrollarse con un extraordinario espesor. Esta, que yo antes (LOTZE, 1957) había denominado «serie de los Cabos», la estudiaremos con detalle más adelante.

γ) Bioestratigrafía y edad de las capas

En la cuarcita de Cándana solamente se han hallado pistas orgánicas, que en la «serie de transición» son frecuentes, y además hay indicios y restos indeterminables de trilobites. Dentro de la serie dolomítico-calcárea, y sobre todo en las intercalaciones margosas, no hemos hallado fauna alguna. Es necesario subir, estratigráficamente hablando, hasta las pizarras arcillosas del techo, en donde, por fin, aparecen trilobites en gran cantidad, si bien en muy mal estado. De aquí proceden los fósiles que BARROIS (1882, pág. 429) describe; son los siguientes:

Trochocystites Bohemicus
Paradoxides Pradoanus
Paradoxides Barrantei

Conocephalites Sulzeri
Conocephalites Ribeiro
Conocephalites Castroi.

El punto del yacimiento lo describe BARROIS (1882, pág. 429): se encuentra en un vallejo, entre los kilómetros 55 y 54. Los fósiles llevan los mismos nombres usados por el autor.

En mis propias colectas solamente he podido hallar géneros como *Paradoxides* y *Solenopleuropsis*, pero en los que no ha sido posible determinar la especie a la que pertenecen.

Según esto, la filiación estratigráfica no es posible. Pero, en cambio, vemos que tanto por su espesor como por su constitución petrográfica, existen semejanzas muy grandes con las series cámbricas del Valle del Sil, de tal modo que cuanto hemos dicho allí es aplicable a éstas del Valle del Rodical.

c. La región litoral de Asturias

1. Generalidades sobre el cámbrico de la costa cantábrica

BARROIS (1882, lám. XVIII) describe entre la Ría de Ribadeo y la Ría de Pravia una serie de anticlinales con núcleo cámbrico. De E. a W. describiremos estos anticlinales como sigue: El primero se encuentra entre la Ría de Pravia y Cudillero. El segundo, con un replegamiento especial, entre la Concha de Artedo y la Zona al E. de Cabo Vidio; el tercero, entre Punta de la Barquera (al W. de Cabo Vidio) y al W. de Cadavedo; el cuarto, entre el Cabo Romanella hasta Gabiero; el quinto, que es pequeño, en Punta Corbeira; el sexto, más ancho e interrumpido por intercalaciones de material ordovícico, desde el río Porcia al W., hasta más allá de Ribadeo, hacia el W.

Según BARROIS, los anticlinales están constituidos, como material más importante, por «pizarras de Ribadeo». Solamente en dos sitios señala el cámbrico calizo, que este autor considera cámbrico superior: en el E. de Cadavedo y en Aguilar, al E. de Cudillero. Como BARROIS no encuentra fósiles en ninguno de estos sitios, nos falta una confirmación paleontológica de su edad.

En mis investigaciones del año 1953 me llamaban la atención, entre Soto de Luiña y Cudillero, unos sedimentos que tenían aspecto cámbrico, donde se veían rocas carbonatadas, de meteorización parda, semejantes al tipo de la dolomita de Ribota del cámbrico inferior, como pude ver en San Martín; otros materiales eran arcillitas y margas de aspecto mesocámbrico en el techo de las primeras (BARROIS señala aquí, en su lámina XVIII, corte 2, solamente «pizarras de Ribadeo» y ordovícico).

Mi sospecha de que aquí se hallaba cámbrico auténtico no la pude aclarar hasta 1956, gracias al descubrimiento de trilobites bien conservados, tanto en este punto como en la Concha de Artedo. Mi discípulo A. FÄRBER, que estaba haciendo su disertación doctoral en la zona y que presentó en la Universidad de Münster en 1958, amplió las colectas de trilobites. Por la parte oriental de la Ría de Ribadeo, mi alumno WERNER JARITZ, que también hizo su disertación en 1958, pudo encontrar también trilobites.

Además, tales investigaciones nos dan muchos nuevos detalles, lo mismo en la estratigrafía del cámbrico que en la tectónica de la costa asturiana. En 1958 ya he descrito la estratigrafía cámbrica. Las tesis doctorales de estos dos investigadores contienen descripciones amplias sobre sus hallazgos.

El resultado es que entre Pravia y Luarca existe una zona cámbrica que forma la continuación de la zona de Cangas-Tineo, la cual tuerce de este modo, pasando su rumbo del N. al NE. Se trata de dos manchas cámbricas, una entre Cudillero y Soto de Luiña y otra entre Cadavedo y Luarca. Describiremos por separado una y otra valiéndonos en gran parte de las descripciones hechas por A. FÄRBER (1958).

2. Corte Cudillero-Soto de Luiña (fig. 25)

α) División estratigráfica

La formación cámbrica entre Cudillero y Soto de Luiña, que alcanza un espesor de más de 3.000 m., se describe en la tabla 10. Según esta tabla, existe una división natural en tres series principales: una inferior, que llamamos «serie de Cándana», integrada por material clástico, macroclástico predominante; otra, media predominantemente calco-margo-arcillosa, a la que llamamos «serie de la Playa», y otra superior, que vuelve a ser de nuevo macroclástica, rica en areniscas y cuarcitas, a la que denominamos «serie de los Cabos».

La «serie de Cándana», sobre todo, se puede subdividir en secuencias sedimentarias o ciclos sedimentarios, como muestra la tabla 10. Anotamos aquí algunas diferencias respecto a lo descrito por FÄRBER en su disertación (que no ha sido impresa). En general, estas observaciones que ahora hago no tienen más importancia que en cuanto a su forma, si bien yo no he aceptado algunos de los nombres nuevos propuestos por FÄRBER, puesto que algunas series que él cita, como por ejemplo, «capas de Barrios», coinciden con otras que ya estaban citadas para series diferentes en otros sitios. Además, la división que yo he establecido en páginas anteriores, conforme al principio de las circunstancias sedimentarias naturales, parece que se adaptan mejor a la realidad que la propuesta por este autor. Desde luego he tratado de aceptar en gran parte los nombres

Divisiones principales	Secuencia núm.	Capas	
C Serie de los Cabos	Varias secuencias	Capas de los Cabos > 670 m.	
		Capas de Artedo { superiores, 70 m. inferiores, 200 m.	
B Serie Playa	VI Secuencia Cayetano	Caliza Playa, unos 250 m.	
		b. Alternancia > 50 m. (capas de Barrios) a. Cuarcita, unos 60 m. (cuarcita de Cayetano)	
	V Secuencia Castañal	b. Alternancia de cuarcitas y pizarras arcillosas, unos 250 m. (pizarras de Castañal) a. Cuarcita, unos 200 m. (cuarcita de Castañal)	
		b. Pizarras arcillosas y areniscas, unos 300 m. (pizarras Rubia) a. Cuarcita, unos 200 m. (cuarcita Rubia).	
	A Serie Cándana	III Secuencia Palomar	b. Alternancia de pizarras arcillosas y cuarcitas, 250 m. (pizarras de Palomar) a. Areniscas, unos 250 m. (areniscas de Palomar)
		II Secuencia Asma	b. Pizarras arcillosas, 40 m. (pizarras de Asma) a. Cuarcitas, 130 m. (cuarcitas de Asma)
I Secuencia Cudillero		b. Calizas, unos 60 m. (calizas de Cudillero) a. Areniscas > 60 m. (areniscas de Cudillero)	

Precámbrico: Formación de pizarras verdes y porfiroides > 400 m.

Tabla 10. División del Cámbrico entre Cudillero y Soto de Luiña

citados por FÄRBER, si bien en general tienen otro significado, lo cual no tiene gran importancia, puesto que estos nombres manuscritos de FÄRBER es posible que no se utilicen cuando se escriba su tesis.

β) Substrato y límite inferior del cámbrico

En Cudillero, en el substrato del cámbrico, asoma una serie de vulcanitas que parecen corresponder a la formación de pizarras verdes y porfiroides de la Sierra Morena (LOTZE, 1956 a). Según FÄRBER, en el nú-

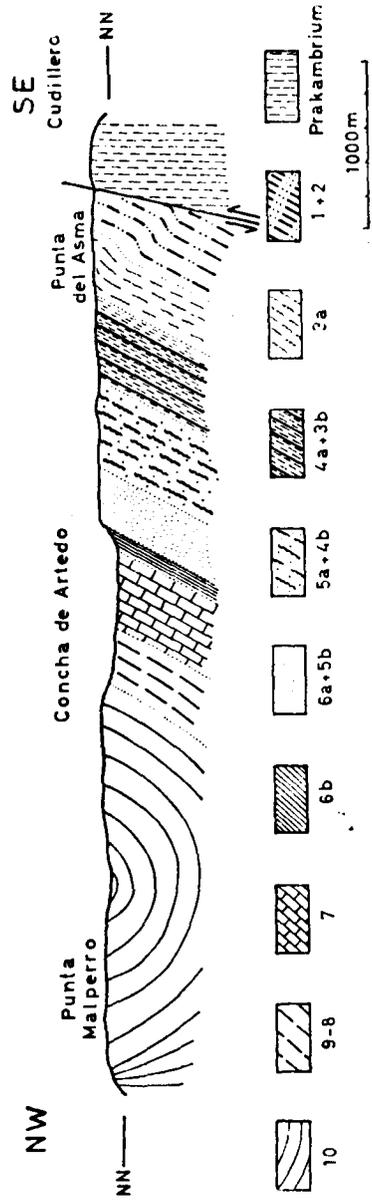


Fig. 25.—Corte geológico de la serie cámbrica en la costa asturiana entre Cudillero y Punta Malperro. Según Farber. Escala 1:40.000. La numeración de las capas se corresponde con la del texto de las páginas 127 y 130.

cleo del anticlinal de Cudillero afloran, por lo menos, 400 m. de este substrato infracámbrico, principalmente de rocas porfiroides, entre las que se presentan paquetes de pizarras verdes, y lo mismo que en la Playa de Cudillero, incluyen unos 40 m. de pizarras oscuras silíceas. A trechos, sobre todo en la proximidad del techo, es decir, en las capas finales, se encuentran también bandas de arenisca e incluso algunos bancos de arenisca.

BARROIS (1882, lámina XVIII, corte 2) considera la serie de Cándana como «arenisca armoricana», y la serie de la Playa, como «pizarras de Ribadeo». La serie de los Cabos, de mi propia terminología, la denomina él, por una parte, como «arenisca armoricana», y por otra parte, como «pizarras de Ribadeo». Según esto que nos dice BARROIS parece deducirse la existencia de varios plegamientos entre Cudillero y Cabo Vidio (3 sinclinales con dos anticlinales intermedios). En realidad desde Cudillero, por lo menos hasta la playa de Oleiros, no existe, según mis propias observaciones más que una serie monoclinial de estratos, que tiene un buzamiento hacia el W.

En el corte de la costa, el límite del precámbrico con el cámbrico es una falla, si bien de poca importancia. La evidencia de carácter discordante entre uno y otro de estos tramos estratigráficos se deduce del rumbo diferente que tienen sus capas, puesto que la serie de Cándana permanece con rumbo constante de 30°, mientras que las capas del precámbrico llevan un rumbo N.-S. (175-5°).

γ) Litoestratigrafía del cámbrico

A. Serie de Cándana

1. La primera secuencia cámbrica, a la que llamamos «secuencia de Cudillero» (I), se divide en una fase inferior clástica (a) y otra superior carbonatada (b).

a) La serie comienza con rocas areniscosas, a las que denominamos «arenisca de Cudillero»; se trata de areniscas y arcillas pizarrosas. En las areniscas se reconoce una variabilidad en la cantidad de cal que poseen, lo que se traduce por el color pardo y lo deleznable que son al meteorizarse. Otros bancos aparecen exentos de caliza. Las areniscas se presentan en bancos delgados hasta tableados y de grano fino o en bancos gruesos y de estructura macrogranuda también.

b) El miembro final de esta secuencia, que es la caliza de Cudillero, tiene unos 6 m. de potencia de calizas margosas tableadas.

2. La secuencia de Asma (II) es puramente clástica, pero susceptible de dividirse en dos fases, una psamítica y de elementos gruesos y otra más fina de carácter pelítico.

a) Los 130 m. inferiores se componen principalmente de cuarcitas, en parte de grano fino a medio, en parte de elementos gruesos y que además muestran una característica estratificación entrecruzada. Consta de bancos gruesos (de unos 40 cm.), de color azulenco oscuro, pero que al meteorizarse se torna claro. Intercaladas, sobre todo en la parte central, aparecen pizarras arcillosas de color verdoso gris bastante compactas y a menudo con lechos arenosos.

b) La parte superior, de unos 40 m. de potencia, está constituida principalmente por pizarras arcillosas y arenosas que poseen el mismo tipo que las intercalaciones arcillosas existentes entre las cuarcitas del tramo inferior. En esta serie a su vez aparecen algunos bancos de cuarcita.

3. a) Las «areniscas de Palomar» (III) tienen un espesor de unos 250 m. y constituyen la iniciación de la tercera secuencia. Son, por lo general, de grano fino, a veces grueso, de compacidad no muy grande en bancos que a menudo pasan del metro de espesor, de color gris claro y apenas estratificadas; solamente aquí y allá aparecen intercalaciones de pizarra arcillosa.

b) El tramo superior de la secuencia de Palomar, que tiene unos 250 metros de potencia, se compone de una alternancia de cuarcitas rojizas y pizarras arcillosas arenosas. Además de estos bancos de cuarcita de grano grueso y rojizos con estratificación entrecruzada bastante desigual, aparecen bancos de superficie ondulada y paquetes de pizarra arcillosa de hasta dos metros de potencia. En general, estas pizarras se hacen más frecuentes hacia arriba, pero permanecen arenosas e incluyen también paquetes de arenisca y cuarcita irregulares. Esta zona rica en material pelítico constituye el punto máximo del ciclo.

4. a) La «secuencia Rubia» (IV) comienza con las cuarcitas de Rubia de unos 200 metros de potencia, que consisten en unos bancos compactos con magnífica estratificación entrecruzada frecuente, y son de color rojo abigarrado. El grano de estas cuarcitas es grueso. Según FÄRBER, estas cuarcitas forman el tramo estratigráfico que está constituido por el material más grueso del cámbrico de este corte. Sin embargo, contienen en su base un conglomerado fino de hasta 5 mm. de diámetro.

b) La fase siguiente de la secuencia de Rubia está formada por una serie de unos 300 metros con alternancia de bancos muy delgados de areniscas azules y pizarras arcillosas verdes. Las areniscas predominan en cantidad, y son de carácter cuarcítico, si bien pueden pasar a cuarcitas.

5. Secuencia del Castañal (V).

a) La primera fase de la secuencia del Castañal está representada por una cuarcita de unos 200 metros de potencia, en gran parte de color azul oscuro y formada por bancos gruesos y de grano medio a fino (0,1 a 0,5

milímetros, por término medio: 0,25 mm.) Contiene una proporción notable de carbonato y entonces se altera, dando un color pálido. Son escasas las pizarras arcillosas intercaladas.

b) Por el contrario, la segunda fase de esta secuencia muestra una mayor proporción de arcilla. Los depósitos correspondientes tienen un espesor de unos 250 metros de cuarcitas y pizarras arcillosas alternantes; la cuarcita es en parte de grano grueso y forma paquetes de hasta 6 metros de espesor. En general, predomina la pizarra arcillosa de color gris verdoso, en parte puro, en parte con lechos de arena.

6. Secuencia de Cayetano (VI).

a) La secuencia de Cayetano comienza con una cuarcita de unos 60 metros de potencia. Según FÄRBER, la cuarcita es de grano medio a fino, muy compacta y arcillosa; y sobre todo su color pardo rojizo llama la atención. Debido a su gran compacidad se destaca bien como elemento morfológico en el paisaje.

b) La segunda fase de esta secuencia está constituida por lo menos de unos 50 metros de una serie que constituye la transición a las calizas que le siguen. Su constitución petrográfica se asemeja bastante a las capas de Barrios del N. de León, como se comprueba por la alternancia rápida de bancos de arenisca caliza de grano de diferente tamaño con rocas hojosas, en parte también calizas. Ocasionalmente se encuentran también intercalados algunos bancos de caliza arenosa.

B. Serie Playa

7. Las calizas que se enlazan con esta serie antes descrita, reciben el nombre, en nuestra terminología, de «calizas de Playa», pero no afloran en la costa. Una parte de esta serie, en cambio, aflora en San Martín, en donde se ven bancos en masa de caliza compactos y que muestran una pátina de meteorización de color pardo oscuro. FÄRBER estima la potencia de esta serie en unos 450 metros, que a mi juicio es exagerado; a mi modo de ver es posible que no pase de 250 metros el espesor de esta serie.

8. Las capas inferiores de Artedo, que según FÄRBER tienen unos 200 metros de espesor en la Concha de Artedo, están constituidas sobre todo, por pizarras arcillosas margosas, al exterior de color gris claro, pero que en general tienen un color gris verdoso con zonas de calizas rizadas. En la base se encuentran algunos bancos de arenisca.

C. Serie de los Cabos

9. Las capas superiores de Artedo están formadas por arcillitas de carácter pizarroso, de color gris verdoso o por pizarras arcillosas de unos 70 metros de espesor; en la parte superior se intercalan algunos pequeños bancos de arenisca.

10. La «serie de los Cabos» (LOTZE, 1957), que se desarrolla partiendo de las capas de Artedo, está constituida por depósitos de tipo flysch: areniscas, cuarcitas, pizarras arcillosas y margas. En cuanto a la proporción relativa de estos componentes, se observan diferencias de uno a otro horizonte, y así se pueden distinguir zonas ricas en cuarcita, otras en arcillas, otras en arenisca, etc. La serie comienza con unos 70 metros de arenisca, que según FÄRBER se puede deslindar en dos tramos: uno inferior de unos 25 metros, y otro de 45 metros. El inferior comienza con areniscas en masa o en bancos gruesos y de color gris oscuro, que hacia arriba se adelgazan, y entre los que se intercalan pizarras margosas. La parte superior se compone de areniscas oscuras de color verdoso gris en placas, tablas o bancos delgados, que unas veces son cuarcíticos, otras arcillosos o que llegan a ser sustituidos por intercalaciones de pizarras arcillosas. Más arriba aparecen areniscas de color amarillento, a veces ricas en mica, en bancos muy definidos, en donde los de carácter cuarcítico quedan subordinados respecto a los arcillosos, más frecuentes y que alternan con pizarras arcillosas.

La parte que aflora de esta serie de los Cabos alcanza por lo menos unos 600 metros.

δ) Bioestratigrafía

1. Las primeras pistas que encuentra FÄRBER las sitúa en el tramo inferior de la secuencia de Asma (II a).

Según este autor (1958, pág. 14) se trata de huellas rectilíneas, sencillas, pequeñas, de unos 2 mm. de ancho y de unos 20 mm. de largo. Forman en uno de sus extremos un ángulo, o en conjunto constituyen como una especie de ramificación.

2. Huellas anchas sencillas que FÄRBER (1958, pág. 15) encuentra también en la arenisca de Palomar (III a).

3. Las huellas son abundantes en el tramo superior de la secuencia de Rubia (IVb). Forman relieves en la cara inferior de las areniscas y cuarcitas, es decir, son rellenos de oquedades abiertas en las capas arcillosas que forman el substrato de esta cuarcita o arenisca. Junto a huellas sencillas, rectas o ligeramente curvadas, describe FÄRBER, unas figuras en forma de disco de 3 a 7 cm. de diámetro exterior, con una estructura radiada de pequeños surcos en número de 5 a 7. FÄRBER compara esta figura con *Protolyella resseri* (Ruedemann) del cámbrico inferior de Norteamérica. Pero según Seilacher (en comunicación escrita) se trata mejor de *Astropolithon* DAWSON, una forma que ya se conocía en las capas de Barrios de Luna. En tiempos anteriores, estas pistas se interpretaban como impresiones de medusas, pero según SEILACHER son debidas probablemente a Actinias excavadoras.

4. Así como el miembro inferior de la secuencia de Castañal (Va), apenas tiene importancia en cuanto a sus huellas, en cambio en el tramo superior (Vb) aparecen numerosas huellas de gusanos y también ejemplares de *Astropolithon*.

5. Las capas de Barrios (VIb) son las primeras que, para saber su edad, nos dan fósiles de gran importancia, como son los trilobites. En el material recogido por FÄRBER, SDZUY ha podido determinar restos de tres especies, mientras que las otras dos deben ser de géneros nuevos, además el género *Metadoxides*, sp. El género *Metadoxides* enlaza esta fauna con la de las capas de Barrios de Luna. Además, SDZUY encontró huellas de *Archaeocyathids*.

6. En este tramo de las capas inferiores de Artedo sólo hay restos indeterminables de trilobites, pero en las capas de Artedo superiores, en sus 14 metros inferiores se han podido determinar los siguientes fósiles:

Conocoryphe heberti (MUN.-CHALM. & BERGERON, 1889).

Conocoryphe, sp. indet.

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSSON, 1883).

Solenopleuropsis, sp.

Solenopleuropsis, sp. indet. (no *S. marginata*).

En un nivel más alto, que está separado del fosilífero inferior por unas capas pobres en fósiles con un espesor de unos 10 m. y unos 24 m. sobre la base de las capas superiores de Artedo, se encuentra otra serie de fósiles que anotamos a continuación:

Paradoxides brachyrhachis (LINNARSSON, 1883), o bien

Paradoxides mediterraneus (POMPECKJ, 1901).

Conocoryphe (*Con.*) *pseudooculata* (MIQUEL, 1905).

En la continuación de la zona al SE. de Soto de Luiña he encontrado, en una cantera abierta en la carretera de San Martín:

Bailiella cf. *barriensis* (SDZUY, 1958).

La fauna del nivel inferior de la Concha de Artedo se corresponde con la de la banda *heberti-pradoanus* de Los Barrios de Luna; la segunda fauna de Artedo se corresponde con la de la banda *pradoanus-pseudooculata*. La fauna Soto de Luiña pertenece a la banda *barriensis-marginata*. En suma, de todo esto deducimos que las faunas de estas localidades litorales coinciden con las de Los Barrios de Luna.

7. En la Serie de Los Cabos, FÄRBER sólo encuentra fragmentos de fósiles (¿braquiópodos sin charnela?), y además pistas, entre ellas tubos afines a *Rouaultia lyelli* y *Scolithus*. BARROIS (1882, págs. 423 y 424) cita de las capas de los Cabos de Novellana y del Cabo Vidio, *Lingulella* he-

berti, que él llama, con denominación equivocada, «arenisca armoricana», y según el mismo autor este fósil es precisamente característico de la base de la arenisca armoricana (ordovicica).

ε) Edad de las capas

1. El miembro más alto de la serie de Cándana, por la existencia de *Metadoxides*, y basándonos en la litoestratigrafía, debemos paralelizarlo con las capas de Barrios y, por tanto, es del cámbrico inferior bajo. Las capas inferiores de la serie de Cándana quedan aún más bajas que este nivel. La fauna de *Olenopsis*, aunque es más baja todavía, no es en modo alguno la más inferior del cámbrico, ya que aún sigue hacia abajo una potente serie de capas que sólo muestra pistas en las que no se encuentran trilobites, sino solamente pistas.

2. Las capas superiores de Artedo son mesocámbricas y continen fósiles de las margas rojas de León, que llegan hasta las capas más altas del tramo bajo del Luna. De esto debemos suponer que la potente serie de las capas bajas de Artedo son del cámbrico medio antiguo y que acaso incluyan también la parte más alta del cámbrico inferior.

3. Las rocas de la serie de Los Cabos coinciden, en esencia, tanto litofacialmente como faunísticamente, con las capas de la Demanda. Su tramo más bajo sería entonces de edad mesocámbrica (piso *forchhammeri*), mientras que la mayor parte del tramo alto habría que colocarla en el cámbrico superior.

3. Corte Cadavedo-Cabo Busto (figs. 26 y 27)

A unos 14 kms. al W. del corte cámbrico que acabamos de describir, en la playa de Tablizo, al NE. de Cadavedo, comienza otro corte que se continúa unos 10 kms. más allá hasta Cabo Busto. Si bien las circunstancias sedimentarias y tectónicas no son tan sencillas como en el espacio entre Cudillero y Soto de Luna, sin embargo, puede decirse que en general se observa un buzamiento, aunque casi vertical, hacia el W., de tal modo que hacia Cabo Busto se encuentran capas cada vez más recientes. Esta serie tan potente del cámbrico ha sido descrita por FÄRBER con bastante extensión.

α) Litoestratigrafía

A continuación de una falla de rumbo (fig. 26) comienza el cámbrico inferior con calizas que FÄRBER denomina provisionalmente «calizas de Tablizo». A mi modo de ver no se trata de un horizonte estratigráfico

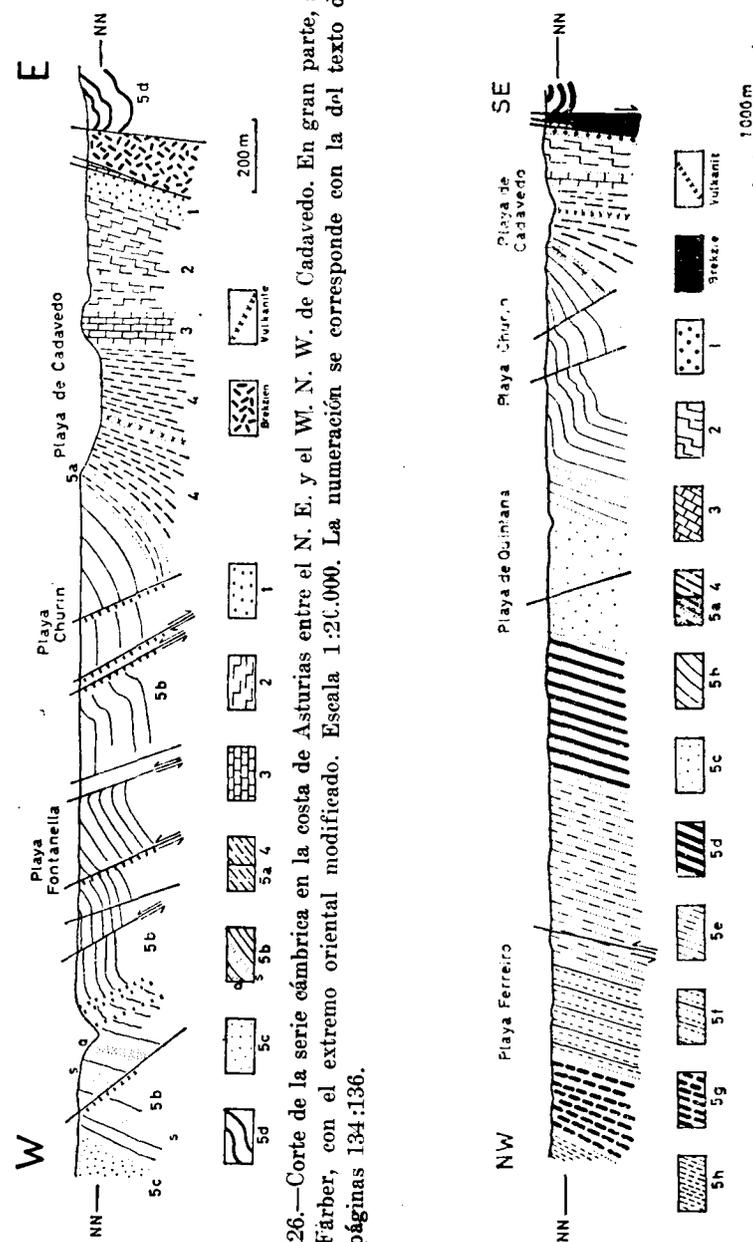


Fig. 26.—Corte de la serie cámbrica en la costa de Asturias entre el N. E. y el W. N. W. de Cadavedo. En gran parte, según FÄRBER, con el extremo oriental modificado. Escala 1:20.000. La numeración se corresponde con la del texto de las páginas 134-136.

Fig. 27.—Corte geológico general a través del cámbrico, sobre todo de la serie de los Cabos, en la costa de Asturias, entre las playas de Cadavedo y Ferreiro. En esencia, según FÄRBER, modificado a la derecha. Escala 1:50.000. La numeración es la misma de las páginas 134-136 del texto.

autónomo, sino de una repetición tectónica de la serie caliza más reciente, que hemos de describir después.

1. Como miembro primero de la serie normal, supongo que es el paquete de areniscas calcáreas bien estratificadas, en parte cuarcíticas, de unos 60 m. de potencia, que se unen hacia el W., a la que denomina FÄRBER «arenisca de Tablizo». A mi modo de ver se trata de un equivalente de las capas de Barrios y, por consiguiente, sería así el término más alto de la serie de Cándana.

2. La serie Playa que le sigue comienza con un paquete de unos 250 m. de espesor de bancos, más o menos gruesos, calcáreos, que alternan con pizarras margosas. Esta serie, en estas capas primeras, corresponde por entero a la que más tarde hemos de describir y llamaremos «calizas inferiores de Vegadeo», y por mi parte preferiría este nombre al de «capas de Ribón», que emplea FÄRBER en su estudio. Las calizas son en parte silíceas, en parte margosas; se presentan en bancos de hasta 2 m. de espesor, pero otros son delgados o tableados. Las intercalaciones pelíticas en estado fresco son compactas y aparecen a veces intercalaciones finas de caliza.

3. En la parte superior, es decir, en el techo de esta serie, aparece una caliza más dura, de unos 90 m. de espesor; en general es compacta, en bancos gruesos, pero también contiene otros más delgados; al meteorizarse toma un color pardo oscuro. Por su analogía con el antiguo yacimiento de calizas de Vegadeo, al cual, en efecto, corresponde tanto estratigráficamente como petrográficamente, por mi parte lo denomino «caliza superior de Vegadeo».

4. Siguen arcillitas o pizarras arcillosas de cierto espesor, con un color gris-verdoso. Según FÄRBER, tienen 280 m. de espesor y se corresponden con las capas inferiores de Artedo.

5. Sigue la «serie de los Cabos» arenosa, que alcanza unos 4.000 m. de espesor, en la cual es muy posible que la parte superior pertenezca ya al Tremadoc. FÄRBER ha podido hacer una fina división estratigráfica, pero queda, desde luego, sin resolver la cuestión de si esta división estratigráfica tiene un carácter puramente local o si es posible extenderla a un dominio más amplio. En todo caso, nosotros la reproduciremos aquí.

Van de arriba abajo, empieza arriba en la *i* y termina abajo, en la *a*:

- i) Capas de Caroyas, más de 750 m.
- h) Capas de Arenoso, 120 m.
- g) Capas de Barchinas, 450 m.
- f) Capas de Ferreiro, 700 m.
- e) Capas de Ana, unos 1.000 m.
- d) Capas de Molinos, unos 1.000 m.

- c) Capas de Quintana, 800 m.
- b) Capas de Churin, más de 800 m.
- a) Capas superiores de Artedo, unos 70 m.

En la figura 28 se describen sintéticamente estos tramos:

a) A las «capas inferiores de Artedo», compuestas por arcillitas y margas, sucede en rápida transición una serie de areniscas en bancos delgados de color oscuro gris verdoso, con intercalaciones bandeadas de carácter arcilloso. Se corresponden así con la serie arenosa de las capas superiores de Artedo.

b) Sobre «las capas de Churin» (fig. 28 b), que tienen más de 800 metros de espesor, aparece una sucesión de bancos, delgados principalmente, de los que el autor llama «sedimentos cambiantes», es decir, una íntima alternancia de areniscas y pizarras arcillosas, en donde aparecen a veces intercalados paquetes de areniscas y cuarcitas puras.

c) Las «capas de Quintana», que también pasan de unos 800 m. de espesor (fig. 28 c), comienzan con un paquete de cuarcita, de unos 100 metros, siguen después los llamados «sedimentos cambiantes», luego 110 metros de arenisca gris y, finalmente, pizarras arcillosas, de 100 m. de espesor.

d) Las «capas de Molinos», que tienen unos 1.000 m. de espesor, son ricas en pizarras arcillosas y superan en este carácter a los tramos anteriores. Solamente en la base aparece un paquete de unos 140 m. de cuarcita parda y después asoman dispersos, aquí y allá, paquetes de cuarcita, lo mismo en el centro de la serie que en la parte superior; se comprueba así la existencia de una alternancia de cuarcitas con arcillas y pizarras arcillosas o con pizarras arcillosas más puras.

e) De los 1.000 m. que tienen, más o menos, las «capas de Ana», unos 700 se componen de cuarcitas y areniscas en serie continua, lo mismo en la base que en el medio o en la parte superior. Otros 300 m. son de cuarcitas y areniscas, con intercalaciones de pizarras arcillosas. Las últimas predominan en la parte superior con un espesor de unos 20 m.

f) Las «capas de Ferreiro», de unos 700 m. de espesor, tienen una constitución más claramente pelítica que los tramos antes citados. Solamente en la base aparecen cuarcitas y areniscas puras, con un espesor de unos 130 m., y los últimos 40 m. se componen de cuarcitas e intercalaciones de pizarras arcillosas. La parte principal, que tiene unos 510 metros, consta de una alternancia de pizarras arcillosas y bancos de cuarcita y arenisca y de pizarras arcillosas más puras, con un espesor de 30 m.

g) Las «capas de Barchinas», de unos 450 m. (fig. 28 g), se componen en sus dos tercios de cuarcitas en bancos gruesos, muy compactas, que toman color pardo al meteorizarse. El resto es una alternancia de cuar-

articulados) en las capas de Churin, así como Orthidos a las capas de Quintana.

γ) Edad de las capas

Para la parte superior de las capas de Playa el hallazgo de los trilobites nos dice que son de edad mesocámbrica.

La serie de los Cabos tiene la facies de las *Lingula flags*. *Cruziana semiplicata* (SALTER) de la capa c) es una forma del cámbrico superior, que también se encuentra en las *Lingula flags* de Inglaterra. *Cruziana goldfussi*, de la capa j), en cambio, es ordovícica. Esto nos confirma que la parte superior de la serie de los Cabos es del cámbrico superior, pero que alcanza también el ordovícico.

4. Otros yacimientos cámbricos de la zona media del oeste de Asturias

En el espacio entre estos dos cortes geológicos que antes hemos descrito aparecen las rocas de la serie de los Cabos en una gran amplitud, por ejemplo, en Ballota, Novellana y en el Cabo Vidio.

En la costa, en Ballota, se encuentra un potente herpolito, formado por una serie alternante de bancos delgados de areniscas con arcillas pizarrosas, y que lo interpretamos como una brecha creada por un deslizamiento submarino. En otros sitios, las rocas contienen braquiópodos sin charnela y huellas de reptación bien conservadas.

En Novellana, en la costa, aparecen pizarras arcillosas grises, en general alternantes con bandas y pequeños bancos de arenisca y muestran una semejanza grande con las capas más bajas de la serie de los Cabos y de las partes superiores de la serie de Playa. FÄRBER encuentra aquí restos fósiles indeterminables. Además se presenta una potente serie de «sedimentos cambiantes», según la terminología de este autor, que es un carácter típico de las capas de Churin del Corte de Cadavedo. Algunos bancos están llenos de *Scolithus*; también existen algunas *cruzianas*.

En el Cabo Vidio existe una serie de sedimentos delgados, muy homogéneos unos a otros, de aspecto flysch, bajo la cual aparece un potente paquete de cuarcita, y lo mismo ocurre en las capas de Molinos. Más al E. se pueden reconocer cortes o tramos, muy semejantes a los de la serie de los Cabos. Es frecuente entre las huellas *Rouaultia lyelli*.

Desde el E. de Cudillero hasta la desembocadura del río Narcea hay rocas que si bien en parte tienen un aspecto cámbrico muestran diferencias considerables de la facies corriente. Tectónicamente están muy trastornadas; de tal manera, que es difícil hacer una interpretación estratigráfica segura; así, por ejemplo, al E. de Cudillero, en la Punta del Castro, asoman capas que recuerdan a la serie de Cándana. En las playas de

Conchiquina y Aguilar se encuentran series calcáreas con calizas puras en masa, que podrían compararse muy bien con las calizas de Vegadeo y parecen representar lo mismo el tramo inferior que el tramo superior de este horizonte. En la playa de la Casa se encuentra una serie de pizarras arcillosas que FÄRBER compara con las capas de Artedo, pero reconoce que son de espesor mayor y mucho más arenosas que las de la localidad tipo.

4) La zona cámbrica occidental del oeste de Asturias

a. Generalidades

En el mapa geológico de España, edición 1919, al W. de Luarca, aparecen señaladas tres zonas cámbricas: una al E., que desde Navia, en el Valle del río del mismo nombre, sube hasta Grandas de Salime y se prolonga más allá por el S. y SE., hasta el límite con la provincia de León. Otra segunda zona pasa al W. de Mohices, y una tercera, a lo largo de la divisoria política entre Asturias y Galicia.

La última edición de este mapa general señala solamente dos zonas cámbricas: una pequeña al W. de El Franco y la que separa Asturias de Galicia.

Según mis propias investigaciones y las de JARITZ, el cámbrico está en dos zonas anticlinales: una, cuyo eje pasa por Cartavio, al W. de Navia, y sigue por el S. hacia Andina, y otra, que va a lo largo del Valle del Eo. El sinclinal entre ambos núcleos anticlinales es poco profundo y solamente está constituido por capas de la serie de los Cabos, en tanto que el ordovícico superior desaparece totalmente; de este modo, los anticlinales forman en el mapa un gran complejo cámbrico completo.

b. El cámbrico del anticlinal de Cartavio

α) Generalidades y división estratigráfica

El horizonte más antiguo del cámbrico se encuentra en la parte S. de la zona anticlinal; en Andina pude observar las calizas más o menos dolomíticas que pasan a las del tipo de Ribota o Vegadeo. Unas y otras aparecen marmorizadas; las pizarras verdosas acompañan a la roca carbonatada; en las primeras cabría esperar que se encontraran equivalentes mesocámbricos de las pizarras de trilobites, pero están metamorfizadas. JARITZ (1958, pág. 21) describe estas pizarras como constituidas por Actinolita y Epidota cuyo componente principal está formado por porfiroblastos de actinolita acompañados por idioblastos de klinzoisita y plagioclasas sausu-ritizadas; la pasta se compone, según este autor, de cuarzo y escamas de mica cloritizadas. Como es natural, en esta roca no cabe esperar que haya fósiles determinables.

Sigue una serie clástica en la que yo quisiera suponer que hay equivalentes a los de la serie de Los Cabos en los tramos bajos.

En la costa, entre Valdeparea y Ortiguera se encuentra un amplio anticlinal cuyo flanco noroccidental es muy sencillo y de aspecto normal, pero cuyo núcleo en cambio y su flanco izquierdo están fuertemente tectonizados, como muestra la figura 29.

La estratificación permite una fácil división estratigráfica, que según JARITZ da los siguientes tramos:

Serie de Los Cabos, unos 3.000 m.	}	5. Capas de Gavioteiro, más de 300 m.	}	de Carrales, 610 m.
		4. Pizarras de Viavélez, 290 m.		
		3. Capas de Grandadisla, 520 m.		
		2c. Capas superiores		
		2b. Capas medias		
		2a. Capas inferiores		
1. Capas de Armaza, 1.240 m.				

β) Litoestratigrafía de la serie de Los Cabos

1. Las «capas de Armaza» están formadas por una alternancia potente y monótona de rocas puramente clásticas de diferente constitución; predomina la cuarcita; a veces tiene paquetes de más de 30 metros de espesor y en donde algunos bancos pasan de 20-30 cm., pero que pueden llegar a 80 cm. de potencia. La cuarcita es muy compacta y de aspecto vitreo; al meteorizarse toma una pátina de color pardo-rojizo pálido.

Es típico, según JARITZ, para esta serie los paquetes de 3-10 m. de espesor, cuyo material está formado por una alternancia íntima de areniscas ligeramente arcillosas, de grano muy fino, farináceas, cuyo diámetro oscila entre 0,02 y 0,05 mm. y lechos delgados de cuarcita y arenisca. JARITZ deduce de aquí que la sedimentación se efectuó rápidamente. Los bancos de cuarcita muestran en su cara inferior moldes de huellas de reptación y excavación, casi siempre acompañadas por rippelmarks (ondulaciones de oleaje). Se observan también deslizamientos subacuáticos en pequeña escala (cm. a dm.). Faltan en cambio casi del todo las pizarras arcillosas.

2. Las «capas inferiores de Carrales», según este autor, indican una sedimentación intranquila de materiales cambiantes, en donde domina la arenisca de grano fino. JARITZ describe este tramo como sigue:

«Su contenido en cuarcita es mucho menor que en las capas de Armaza. Solamente hay un paquete de cuarcita dura de unos 10 m. de espesor; en la serie alternante aparece una cantidad de bancos delgados de arcilla de algunos cm. de espesor, que hacia arriba se hacen más abun-

dantes. Sigue un paquete de 15 metros de arcilla pizarrosa más pura, en la cual aparecen lechos delgados de arena de grano fino que luego, diagenéticamente, se han convertido totalmente en cuarcita, a lo cual se debe la fractura astillosa, la gran dureza y su resistencia morfológica que dan lugar a que este material forme un acantilado, que se destaca bien en el paisaje.»

b) Las capas medias de Carrales comienzan con algunos bancos gruesos de cuarcita «en los cuales alternan las cuarcitas puras con los sedimentos cambiantes que se han descrito de las capas de Armaza. Son también frecuentes los deslizamientos subacuáticos de pequeñas dimensiones; hay que añadir que también se encuentran estratos pequeños de pizarra arcillosa. La morfología de la costa es muy escarpada. La mayor parte de la costa está constituida por acantilados en gran parte verticales.»

c) JARITZ (1958, pág. 32) describe las capas superiores de Carrales como sigue:

«En las capas superiores de Carrales, a un nivel de transición que tendrá una potencia de unos 30 metros, sigue otro constituido por pizarras arcillosas de unos 120 metros de espesor. La arenisca fina intercalada en la pizarra arcillosa le da un aspecto fajeado; de vez en cuando aparecen también lechos delgados de cuarcita; es notable la abundancia de pequeños cubos de pirita, que por lo general están muy meteorizados; a veces hay también concreciones; en la parte que forma la Punta Carrales, el bandeado de arenas y cuarcitas es muy denso, y las capas tienen varios milímetros, pero otras veces llegan a ser de varios centímetros. Estas capas, lo mismo que las pizarras arcillosas, están invadidas por completo por las piritas. Solamente aparecen macizos de pizarrosidad no muy definida, de tal modo que no se

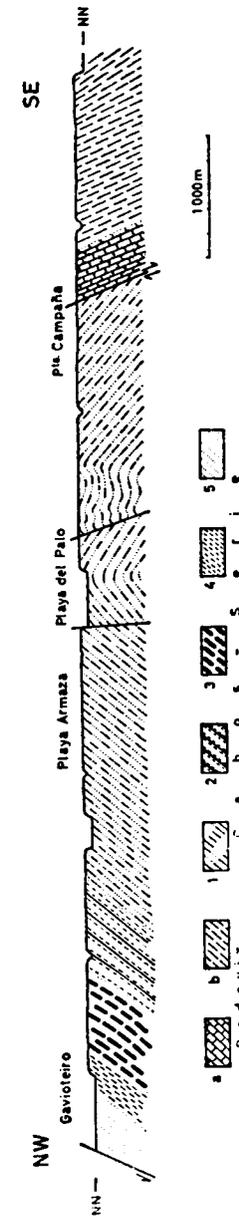


Fig. 29.—El cámbrico del anticlinal de Cartavio en la costa W. de Asturias, según Jaritz. Escala 1:55.250. Los números de la serie de los Cabos se corresponden con los del texto en la página 140.

puede asegurar si esta pizarrosidad es o no paralela a la estratificación. Siguen luego 15 metros de depósitos más arenosos, que constituyen la transición a las capas de Grandadisla. Por su riqueza en arcilla se diferencian bien las capas de Carrales inferiores de las rocas que constituyen la serie de los Cabos.

3. Las «capas de Grandadisla», según JARITZ (1958, pág. 33), tienen un espesor de unos 520 metros, y a veces muestran una constitución alternante, predominantemente arenosa. Dice este autor:

«En la base y en el medio se encuentran dos paquetes de cuarcita más pura de unos 40 y 45 metros respectivamente. La potencia de cada uno de los bancos de cuarcita oscila entre 10 y 20 cm. La mayor parte de las capas de cuarcita muestra que están constituidas por una sucesión de sedimentos, formados en aguas movidas, en régimen alternante de areniscas delgadas y bancos de cuarcita. Existen también en ellos rocas arcillosas, pero desde luego de carácter subordinado. En la parte más alta de esta alternancia, que llega a tener unos 280 metros de potencia, adquiere más importancia la intercalación arcillosa. Se observan pequeños fenómenos de deslizamiento subacuático. Entre los dos grandes paquetes de cuarcita se encuentran sedimentos cambiantes que rodean arcillas pizarrosas de unos 20 metros de espesor. Las capas de Grandadisla, a pesar de ser de constitución en bancos muy delgados, es tan sólida y compacta que constituye en la misma costa paredes verticales o escarpadas.»

4. Las «pizarras de Viavélez» tienen 290 metros de espesor, y en general, están constituidas por una roca arcillosa muy homogénea; solamente los 30 metros inferiores contienen una importante cantidad de arena, que en parte se encuentra algo cuarcitizada. Luego siguen 260 metros de pizarras grises uniformes, blandas, que se deshojan fácilmente.

5. En las «capas de Gaviotero», de más de 300 metros de espesor, volvemos a encontrar las cuarcitas puras. Están constituidas por un paquete inferior de más de 130 metros de espesor, y de otro superior de unos 50 metros. La cuarcita del paquete inferior está compuesta por bancos gruesos y muy compactos; sobre ella yacen los «sedimentos cambiantes» que se componen de pizarras arcillosas impuras mezcladas con material cuarcítico. En el paquete superior, junto a cuarcitas muy compactas, aparecen areniscas cuarcíticas con fenómenos de deslizamientos subacuáticos.

γ) Bioestratigrafía

1. En las «capas de Armaza», ricas en pistas, JARITZ (1958, pág. 30) encuentra:

Scolithus, sp.
Cruziana, sp.

Rusophycus didymus SALTER.

Dimorphichnus obliquus SEILACHER.

así como una serie de otras formas para las cuales no es suficiente el esquema de PENEAU; además, aparecen restos indeterminados de braquiópodos.

2. Las «capas medias de Carrales», según JARITZ, son ricas en pistas, pero indeterminables.

3. Las «capas de Grandadisla» constituyen el horizonte más rico en pistas fósiles dentro de la serie de Los Cabos. Son frecuentes las formas de *cruziana* que a veces llenan en todo su extensión placas de enorme tamaño. JARITZ, guiado por los trabajos de PENEAU, pudo determinar:

Cruziana cf. *browni* ROUAULT.

Cruziana cf. *goldfussi* (ROUAULT).

Cruziana cf. *cordieri* ROUAULT.

4. Las «pizarras de Viavélez» son azoicas.

5. Las «capas de Gavioteiro» muestran, junto con pistas indeterminables, otras de tipo *cruziana* bien conservadas.

SEILACHER (según comunicación escrita) describe la siguiente lista de pistas fósiles, que se pueden dividir en tres horizontes (de arriba abajo):

Horizonte III: *Cruziana furcijera* (D'ORBIGNY).

Cruziana goldfussi (ROUAULT).

Horizonte II: *Corophioides* = *Diplocraterion*.

cf. *Crossochorda*.

Rellenos de tipo estrellado.

«Pista de doble carril».

Horizonte I: *Rusophycus*, sp.

Además se encuentra también *Cruziana semiplicata* (SALTER). (El nivel estratigráfico de la capa en donde se encuentra es inseguro; podría ser también del Horizonte II.)

La última forma aquí hallada nos dice que las capas que la contienen deben ser consideradas como del cámbrico superior, en tanto que el Horizonte III, a juzgar por las huellas que contiene, pertenece ya al ordovícico. Se ve que aquí, lo mismo que en otros sitios de la costa, la transición entre el cámbrico y el ordovícico se realiza en la parte superior de la serie de los Cabos.

c. El cámbrico de la región limítrofe entre Asturias y Galicia

1. Generalidades y datos históricos

La parte más occidental del cámbrico de Asturias se halla en una

zona anticlinal que sigue el valle del Eo, entre Vegadeo y Castropol-Tapia, según un rumbo N.-NE. (véase la fig. 24). El conocimiento del cámbrico de esta región lo agradecemos a BARROIS (1882), que fué quien encontró por primera vez trilobites en Vegadeo.

BARROIS (1882, págs. 416 y 433) es el primero que hace una división de las series cámbricas de esta región y que creía válida tanto para Galicia como para Asturias. Distingue tres divisiones de arriba abajo:

Areniscas de Cabo Busto (Base del Silúrico)	b) Areniscas y pizarras claras. a) Areniscas, conglomerados y pizarras de color variable.
Calizas y pizarras de <i>Paradorides</i> de la Vega (50 a 100 m.)	b) Pizarras bastas, fosilíferas y bancos gruesos de cuarcita verde (50 a 100 m.). a) Calizas (20 a 60 m.), pizarras y un banco ferruginoso (1,5 a 2,0 m.) en la base.
Pizarras de Ribadeo, unos 3.000 m.	b) Pizarras y cuarcitas verdes. a) Pizarras arcillosas azules y pizarras verdes.

A juzgar por lo que dice BARROIS, las pizarras de Ribadeo deben constituir la transición hacia el arcaico, tal como él describe, en (1882, página 410) donde dice: «Se pasa insensiblemente de las capas arcaicas superiores a las capas cámbricas inferiores. En ninguna parte he observado entre ellas una discordancia de estratificación.»

Ya en el año 1929 (pág. 66) expuse mis dudas sobre la certeza de esta afirmación, sobre todo respecto a las «pizarras de Ribadeo»; yo entonces escribía lo siguiente: «Es posible que aquí se trate de depósitos de distinta edad entre sí unos de otros. Además, sorprende esta transición tan lenta del cámbrico al arcaico.»

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1935, pág. 309) designaba las pizarras de Ribadeo como del supracámbrico y acentuaba la edad mesocámbrica de las pizarras de trilobites que BARROIS consideraba como «cámbrico superior». HERNÁNDEZ SAMPELAYO negaba la existencia de un estrato ferruginoso en la inmediata contigüidad de la caliza cámbrica; según este autor, se trataba de una formación metasomática a lo largo de una fall.

Mis propias investigaciones pude continuarlas, sobre todo en el año 1953, y de ellas resultó la presencia de un nuevo yacimiento de trilobites un poco más al N. del mismo que BARROIS llamaba ya de Vegadeo. Además, pude encontrar fauna en la trinchera en la entrada al túnel del ferrocarril en proyecto Vegadeo-Gijón en el Fondón, y aquí, en 1953, pude hacer una recolección de trilobites, horizonte por horizonte.

Más tarde, como trabajo de disertación doctoral, mi discípulo JARITZ ha investigado el cámbrico del anticlinal del Eo, sobre todo en la parte estudiada por BARROIS, que forma la continuación nórdica en Tapia, en donde JARITZ pudo hallar más elementos faunísticos.

2. El cámbrico de Vegadeo

α) Litoestratigrafía

1. Como miembro estratigráfico más antiguo afloran en el anticlinal de Vegadeo rocas carbonatadas, que ya fueron descritas por SCHULZ (1858) y BARROIS (1882, pág. 421); estos autores le daban el nombre de «caliza de Vegadeo». Solamente en su parte superior son puras, pero, en general, en la parte inferior, son arcillosas y más o menos entreveradas con arcillitas, de desigual espesor, de constitución calcárea; a este tramo inferior lo llamo «caliza inferior de Vegadeo», mientras que al antes descrito lo llamo «calizas superiores de Vegadeo». En la proximidad de la transición de uno a otro de estos tramos aparece un paquete de este material en el techo de la serie. Esta, que por lo menos tiene unos 50 m. de espesor, se termina con un banco de caliza silicificada. Las calizas son de color gris claro a blancuzco, y las pizarras al meteorizarse toman un color gris amarillento.

2. Un límite muy definido separa estas calizas de una serie de arcillitas, en las que los 12 m. de la parte inferior son de carácter compacto y en bancos bien definidos; de vez en cuando, estos bancos son calcáreos y ferruginosos; al meteorizarse toman un color pardo; siguen pizarras blandas, de unos 65 m. de espesor, que también son en parte margosas y toman un color rojizo amarillento al meteorizarse. En su parte superior llevan pizarras de color azulenco, micáceas y arenosas y contienen intercalaciones calco-ferruginosas. Siguen luego 38 m. de arcillitas un poco más compactas, arenosas, de color gris verde sucio, de las cuales suponemos que proceden los hallazgos de BARROIS.

Las pizarras blandas, mal afloradas, poco distantes a la cantera de caliza próxima, se encuentran muy bien definidas en la trinchera del lado sur, antes del túnel al N. de Vegadeo en el Fondón. Aquí he tomado un corte exacto, en el cual he separado los horizontes, guiándome además por los trilobites, abundantes, pero mal conservados, que contienen las capas. Estas las agrupo en paquetes, cuyo espesor, en general, oscila alrededor de los cinco metros.

En la figura 30 describo este corte, de arriba abajo:

Techo: 16,5 m. Areniscas predominantes.

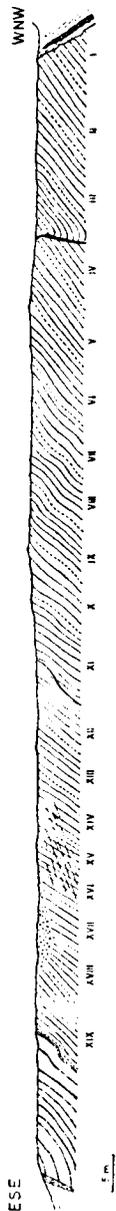


Fig. 30.—Corte geológico de las "pizarras de Vegadeo" en la trinchera del ferrocarril en El Fondón, al norte de Vegadeo. Escala 1:900. Las denominaciones I a XIX se corresponden con al sindicadas en las páginas 145-147 del texto.

- Capa XIX: 5-8 m. de pizarras arcillosas y arcillitas, arriba finamente pizarrosas, pero que en general muestran una pizarrosidad basta y se meteorizan dando un color amarillento.
- XVIII: 5 m. Arcillitas amarillentas blandas, de estratificación algo más clara.
- XVII: 5, m. Arcillitas en masa apenas estratificadas, de meteorización, pardo-amarillenta.
- XVI: 5, m. Lo mismo que XVII.
- XV: 3 m. Lo mismo que XVII.
- XIV: 5 m. Lo mismo que XVII.
- XIII: 5 m. Arcillitas, pardo-gris-amarillentas mal estratificadas.
- XII: 5 m. Pizarras, abajo rojizo - amarillentas, arriba verdoso-amarillentas, que se hacen más compactas hacia arriba.
- XI: 7,3 m. Arcillitas de color rojizo, en parte amarillento al meteorizarse; en bancos gruesos con estratificación poco definida, pero algo mejor que en X.
- X: 5 m. Arcillitas, que al meteorizarse toman un color amarillento y solamente abajo se hacen rojizas y muy blandas.
- IX: 5 m. Arcillitas, que al meteorizarse son amarillentas o pasan a rojo pálido.
- VIII: 5 m. Arcillitas de color rojo vivo a amarillo claro al meteorizarse, toscamente estratificadas, o con estratificación gruesa que llega a formar bancos.
- VII: 5 m. Arcillitas amarillentas y en parte rojizas, al meteorizarse.

- VI: 5 m. Arcillitas que al meteorizarse toman un color verdoso amarillento y bien estratificadas.
- V: 5 m. Arcillitas amarillentas y blandas, al meteorizarse algo arenosas.
- V: 5 m. Arcillitas un poco más compactas, que al meteorizarse se hacen de color verdoso amarillento.
- III: 5 m. Arcillitas bien estratificadas, poco arenosas, que al principio debían ser de color verde intenso, pero que luego, al meteorizarse, se tornan amarillentas o parduscas.
- II: 5 m. Arcillitas de color azul verdoso, pero que al meteorizarse se tornan amarillentas, entre las cuales hay intercalaciones de material arenoso micáceo; estratificación manifiesta.
- I: 5 m. Arcillitas, que si no se meteorizan son de color azul verdoso, pero que a la intemperie toman un verde pálido.

La capa I limita con una zona milonítica mezclada con restos de la disgregación o desmoronamiento de las calizas, formando así una masa de limonita, fuertemente disgregada, porosa y meteorizada.

Las arcillitas, por lo menos, tienen, según todo esto, unos 95 metros de espesor. Se distinguen casi por todos lados por sus colores verdosos de meteorización. Es posible que en su estado primitivo tuvieran una cierta cantidad de caliza.

3. En la parte superior a esta serie que acabamos de describir sigue una potente formación arenosa a la que llamamos la «serie de Los Cabos». En la trinchera del ferrocarril, en la cual es donde hemos tomado el corte detallado de la sucesión de arcillitas, afloran todavía 16,5 metros de éstas, compactas, que suceden bruscamente a otras blandas, y después, un banco de arenisca delgada se desarrolla con una potencia de 6,5 metros en una arenisca en masa grauváquica arcilloso-micácea y de grano fino. Siguen después 4 metros de arenisca micácea que alternan con bancos de pizarra grauváquica de un color pardo verde sucio, sin límites definidos. A esta serie sigue otra de unos 6 metros de espesor formada por areniscas compactas, en masa, caoliníferas y de estratificación poco clara.

En las alturas al E. del valle del Eo, la serie de Los Cabos forma una gran zona sinclinal. Todavía mejor se observan estas capas en la parte W. del valle, a lo largo de la carretera de Vegadeo a Ribadeo, en donde forman el flanco occidental del gran anticlinal del Eo, y sus capas buzan unos 30° a 40° hacia el W. Se trata de pizarras arcillosas bien estratificadas, y al mismo tiempo, bien apizarradas (en donde se comprueba que la

pizarrosidad es paralela a la estratificación), con muchas intercalaciones arenosas. Estas intercalaciones aparecen unas veces en forma de bandas delgadas o capas, otras en forma de bancos más gruesos de arenisca, o incluso de paquetes de este material más compacto. Las areniscas son en parte arcillosas o caoliníferas, de un color blancuzco a gris claro, en parte con el color propio de las grauvacas. Los granos de arena son siempre muy finos; a veces los acompaña la muscovita en escamas finas y abundantes. Faltan los bancos de cuarcitas bien constituidos y, en general, las capas en su conjunto son más blandas y finas que las propias de la Serie de Los Cabos de otros sitios, como, por ejemplo, del corte del Sil. Esta serie resulta así idéntica a la que BARROIS llamaba «pizarras de Ribadeo» y consideraba como la base de las calizas cámbricas, pero no hay duda de que, al contrario, se trata de su techo, es decir, de la parte superior de la serie. Además, la denominación que le da este autor no corresponde a la naturaleza tan arenosa de los depósitos.

β) Bioestratigrafía

BARROIS (1882, pág. 420) da la siguiente fauna de las pizarras con trilobites de Vegadeo:

Braquiópodos indeterminables.
Paradoxides Barrandei.
Conocephalites Sulzeri.
Conocephalites Ribeiro.
Conocephalites Castroi.
Arionellus ceticephalus.

Los yacimientos señalados por BARROIS (1882, pág. 420) se encuentran entre Casua y Presa, en la vertiente de la loma de Porzun y en las trincheras entre las casas de Cortillas, abiertas en las pizarras verdes y grises. No solamente contienen allí trilobites, sino más allá, en la vertiente, por debajo del camino. Los fósiles figuran aquí tal como fueron descritos por BARROIS.

Mis colectas, hechas horizonte por horizonte, como ya he dicho en la página 137 y están representadas esquemáticamente en la figura 30, pertenecen al corte tomado de la trinchera del Fondón, que nos ha mostrado una abundancia de trilobites, en las cuales, todo lo que hemos podido determinar hasta ahora se distribuye en las distintas capas tal como sigue:

Capa XVIII: *Conocoryphe*, sp.
 Capa XVII: *Conocoryphe* (Con.) *heberti* (MUN.-CHALM y BERGERON, 1889).
Paradoxides pradoanus (VERN. y BARRANDE, 1860).

Solenopleuropsis aff. *ribeiroi* (THORAL, 1947). (En mi lista anterior (LOTZE, 1958) llevaba el nombre de *Solenopleuropsis marginata marginata*; un nuevo estudio demuestra que era inexacto.)

Capa XIII: *Solenopleuropsis*, sp.
 Capa XII: *Solenopleuropsis*, sp.
Perenopsis, sp.
 Capa XI: *Paradoxides*, sp.
 Capa X: *Paradoxides rouvillei* (MIQUEL, 1905).?
 Capa IX: *Paradoxides*, sp.
Ctenocephalus cf. *antiquus* (THORAL, 1946).
Conocoryphe (Con.) *heberti* (MUN.-CHALM y BERGERON, 1889 o *mediterraneus* (POMP, 1901).
 Capa VIII: *Pardailhaniania hispida* (THORAL, 1935).
Paradoxides rouvillei (MIQUEL, 1905).
Paradoxides cf. *brachyrhachis* (LINNARSSON, 1883) o *mediterraneus* (POMP, 1901).
Paradoxides, sp.
 Capa VII: *Paradoxides rouvillei* (MIQUEL, 1905).
 Capa VI: *Pardailhaniania granieri* (THORAL, 1935).
Ctenocephalus antiquus (THORAL, 1946).
Peronopsis, sp.
Conocoryphe, sp.
 Capa II: *Agraulos* cf. *longicephalus* (HICKS, 1872).
 Capa I: *Paradoxides*, sp.

De dos yacimientos cercanos a Vegadeo, en la proximidad del punto citado por BARROIS, podemos señalar todavía los siguientes:

Pardailhaniania hispida (THORAL, 1935).
Pardailhaniania, sp. (*granieri*?, THORAL, 1935).
Conocoryphe (*Parabailiella*) *languedocensis* (THORAL, 1946).
Paradoxides, sp.

Se encuentra además otra especie de *Paradoxides* que SZUY describirá en breve bajo el nombre de *Paradoxides lotzei*.

La distribución vertical de los elementos faunísticos la expresamos de un modo gráfico en la figura 31. Exceptuando las indecisiones en la determinación, en parte debidas al mal estado de los fósiles, resultan coincidencias interesantes con la serie de trilobites de las capas superiores de Murero (fig. 12). Así, por ejemplo, la capa VI contiene formas im-

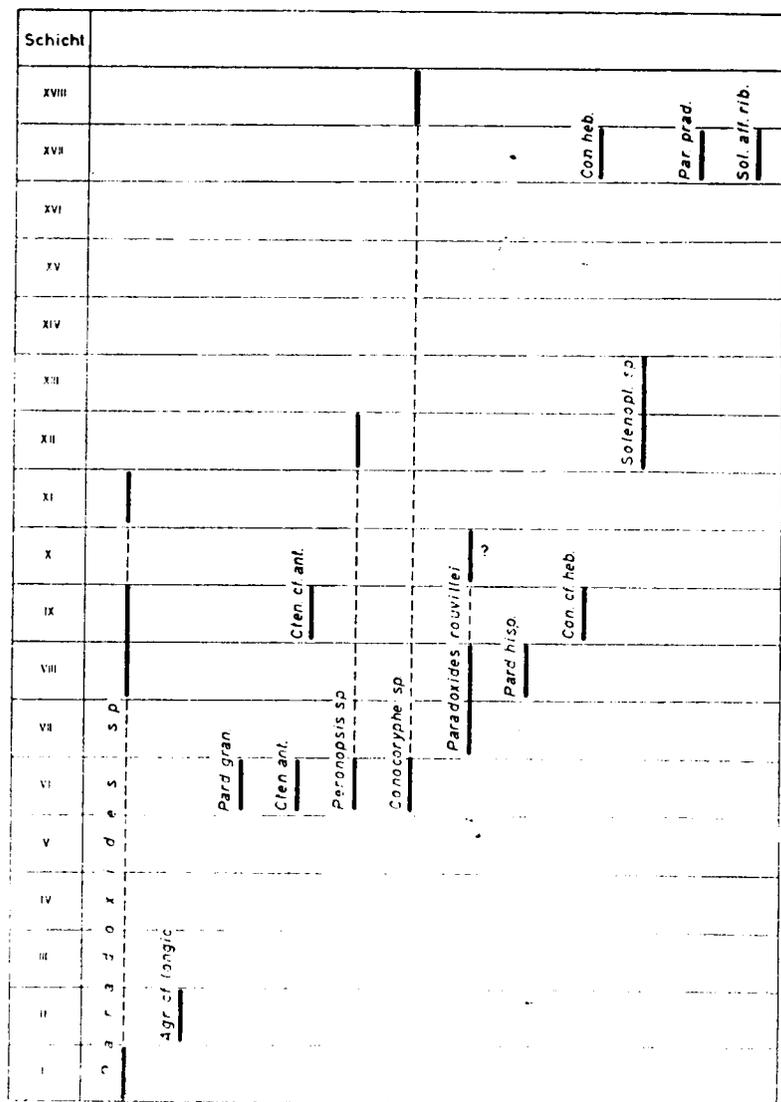


Fig. 31.—Distribución vertical de los trilobites en las "Capas de Vegadeo" de la trinchera del ferrocarril en El Fondón. La serie I a XVIII se corresponde con las mismas capas de la figura 30 y del texto de las páginas 148-149.

portantes, como *Pardailhanian granieri* y *Ctenocephalus antiquus*, que son comunes a las capas B₃-B₄ de Murero. *Paradoxides rouvillei* se encuentra aquí en las capas VII, VIII y X, mientras que en Murero se encuentran en las B₅ y B₆. *Conocoryphe heberti*, en El Fondón, se encuentra, sobre todo, en la capa XVII, mientras que en Murero, en las capas B₆ y B₇, en ambos casos parece que existían ya precursores, como ocurre en El Fondón, en la capa IX, y en Murero, en las capas B₄ y B₅.

En resumen, no hay duda alguna de que las capas II a XVIII de El Fondón se corresponden con las capas B₃ a B₇ de Murero.

Completaremos nuestras observaciones sobre la fauna mesocámbrica de Vegadeo, agregando las observaciones hechas por WALTER (1959, quien descubrió un yacimiento en Bres, en la continuación meridional de la zona de Vegadeo. SDZUY pudo determinar de este sitio:

Paradoxides pusillus (BARRANDE, 1846).

Paradoxides, sp. indt.

Conocoryphe (Parabailiella) languedocensis (THORAL, 1946).

Conocoryphe, sp. indt.

Pardailhanian hispida (THORAL, 1935).

Condylopyge rex (BARRANDE, 1846).

La fauna, según esto, contiene elementos fundamentales del horizonte B₃ de Murero, a la que hay que añadir la especie nueva de *Paradoxides pusillus* (antes *Paradoxides rugulosus*), que es una forma bohémica. Las capas fosilíferas corresponden así estratigráficamente a los horizontes inferiores de la trinchera de El Fondón.

En los demás horizontes del corte de Vegadeo no se ha encontrado fauna alguna determinable, si bien los restos de trilobites indicaban hallarse en la parte baja de la serie de Cabos, arenosa, por lo cual podían todavía considerarse como mesocámbricos. Los restantes tramos o miembros estratigráficos de la serie son completamente azoicos, y además faltan por completo las pistas, tan frecuentes en estos terrenos de otros sitios.

3. Desembocadura del río Eo entre Ribadeo y Tapia

α) División

JARITZ (1958) ha estudiado la constitución geológica de la zona en torno a la desembocadura del río Eo al W. de Tapia, en donde BARROIS (1882, lámina XVIII, corte 1), señalaba solamente las «pizarras de Ribadeo», que, según este autor, debían estar interrumpidas en la Punta Rubia por un sinclinal fallado con «cuarcita armoricana» en su facies de conglomerado. BARROIS señalaba las calizas cámbricas a partir de Villavedelle.

JARITZ distingue los cuatro tramos siguientes:

Ordovícico		
Cámbrico superior	4 b. Cámbrico superior de la Serie de la Ría	} 4. Serie Ría.
Cámbrico medio	4 a. Capas de Pantorgas 3. Margas fosilíferas de Vegadeo.	
Cámbrico inferior	2.. Caliza de Vegadeo. 1. Capas abigarradas de Peñarronda.	

Reproduzco aquí a continuación las circunstancias litoestratigráficas guiado por las descripciones que de ellas hace JARITZ.

β) Litoestratigrafía

Las capas abigarradas de Peñarronda, cuyo yacente no se ve, constituyen el tramo estratigráfico más bajo en la parte W. de la playa de Peñarronda y en la ensenada de La Linera, en donde afloran. Según JARITZ, estos tramos están constituidos por rocas variadas que se caracterizan por sus colores tan destacados. La parte principal la constituyen las pizarras de color verde pálido o violáceo azulenco; en este último caso son con frecuencia margosas. De vez en cuando se intercalan algunos bancos delgados de caliza y, sobre todo, en la parte superior, que se hace más carbonatada. Las capas muestran una cierta semejanza con las capas abigarradas del Jalón en la Sierra de la Demanda y Celtiberia, pero se diferencian porque son menos ricas en arena. De este modo, las capas de Peñarronda, según JARITZ, solamente contienen intercalaciones delgadas de arenisca caliza que pasan a establecer un ritmo en donde las capas tienen un espesor de 1 cm. y hacia arriba se cambian en margas de color verdoso pálido. El espesor total de la parte que aflora en la ensenada de La Linera pasa de 50 m., pero en la Playa de Peñarronda no llega a tanto.

2. La caliza de Vegadeo contiene en la Playa de Peñarronda unos cuantos bancos de caliza pura; este material es, por lo general, macrocristalino y en gran parte silicificado. Son frecuentes también las dolomitas, que se disgregan en pequeñas astillas. Las pizarras verdosas se intercalan a veces formando paquetes de gran espesor. El espesor total de la serie llega a ser de unos 30 m., en donde la parte caliza no pasa de los 10 metros.

3. En la Ensenada de La Linera, las calizas pasan rápidamente a las margas con fauna de Vegadeo. Estas últimas se encuentran en un estado avanzado de descomposición, son muy blandas y motivan la formación de una depresión morfológica. Este serie está constituida por una arena

de grano muy fino, con diminutas escamas de mica y una importante cantidad de arcilla y algo de caliza; los colores de meteorización son ocre y con un tono que tiende a rojizo.

4. Sigue un complejo de depósito clástico bastante potente que JARITZ denomina «serie de La Ría». Se trata de una alternancia de pelitas y psamitas, en cuyos estratos tan pronto predominan unas como otras. Estratigráficamente, esta serie corresponde a la que yo denominaba ya «serie de los Cabos» en 1957, pero JARITZ cree que hay una diferencia grande, con lo cual justifica el darle una distinta denominación, puesto que en este sitio faltan las cuarcitas compactas y las pistas son mucho más raras. Por mi parte, me parece que esta diferencia no es de gran importancia, puesto que ya sabemos que en la costa asturiana una gran parte de ella se compone principalmente de areniscas. Para el concepto «serie de los Cabos» que yo he establecido, me parece que la importancia de las cuarcitas puras no es lo más importante y, por consiguiente, estas diferencias en el carácter petrográfico solamente podrían autorizar a distinguir una «facies occidental astúrica» o «facies de la Ría» de la «serie de los Cabos», pero sin considerarla como una nueva serie estratigráfica.

a) La parte inferior de esta serie clástica se encuentra *in situ* en las islas de Pantorgas y aquí forma un sinclinal en donde se puede observar su contacto con las margas de Vegadeo más allá de Santagadea; las llama JARITZ «capas de Pantorgas». Se trata, sin embargo, de un concepto que no es típicamente estratigráfico, sino más bien de carácter local y tectónico. Este término corresponde a la parte de la serie de los Cabos en su facies Ría, que en el sinclinal de Pantorgas está plegada y conservada gracias a que no ha sido atacada por la denudación. La parte inferior de esta serie, que se encuentra al N. de la isla de Pantorgas, tiene unos 150 m. de potencia y se compone, según JARITZ, sobre todo de areniscas blandas de grano fino en cantidad variable, pero además hay también areniscas compactas y duras, incluso en bancos bien definidos; según el autor (1958, págs. 10-11), «en la parte superior dominan las pizarras arcillosas, que forman bandas merced a las intercalaciones arenosas de poco espesor, que a trechos se convierten en bancos compacto de arenisca».

b) La serie de los Cabos se continúa por el flanco occidental del anticlinal del Eo, en la región de Ribadeo. JARITZ estima el espesor de la formación en este punto de 2.400 a 2.500 m. En esta región se encuentra la continuación de la serie de los Cabos, ya descrita anteriormente, de la carretera de Vegadeo a Ribadeo. En cuanto a su constitución petrográfica, sirve aquí lo que ya hemos dicho de aquella otra antes.

JARITZ destaca, sobre todo, el rápido cambio facial dentro de la serie clástica. Según este autor, un paquete de pizarras arcillosas en un sitio aparece sustituido por areniscas en otro, de tal manera que para esta-

blecer un estudio estratigráfico comparativo no sirven tales horizontes de composición macroclástica, ni tampoco se encuentran pizarras bandeadas que pudieran tener un valor conductor en el establecimiento de la sucesión estratigráfica; es decir, cualquier corte detallado que se hiciera de carácter petrográfico tendría aquí un valor únicamente local.

Para JARITZ (1958, pág. 13), el corte normal lo forma la serie de unidades de mayor espesor (varias docenas de metros) de areniscas y pizarras bandeadas que alternan unas con otras. Dice el autor: «La arenisca es generalmente de grano fino, no muy compacta, y apenas permite reconocer una junta sedimentaria. El espesor de los bancos oscila, por lo general, alrededor de los 20 cms. Los paquetes de pizarra son casi siempre definidos por las intercalaciones de arena o bien contienen bancos delgados de arenisca. Solamente aquí y allá se pueden encontrar pizarras arcillosas puras.»

c) En el flanco oriental del anticlinal del Eo, la serie de los Cabos, en el espacio comprendido entre Serantes y Tapia, alcanza también una gran amplitud. Según este autor (pág. 16), aquí son muy semejantes las rocas a las de Ribadeo, desde el punto de vista petrográfico. Además, aparecen grauvacas y pizarras grauváquicas aquí y allá, como se ve en el flanco occidental de la punta de Serantes y en la desembocadura del Río Berbésa. También se encuentran bancos de cuarcita en el E. de la punta de Serantes.

γ) Bioestratigrafía

JARITZ ha encontrado fósiles en las margas de Vegadeo y en la serie de los Cabos.

1. Las margas de Vegadeo contienen restos de trilobites en mal estado de conservación. Se encuentran al N. de Barres y W. de Santagadea, en la inmediata proximidad de la Ermita de San Lorenzo. Szuy pudo determinar:

Solenopleuropsis, sp.

¿*Paradoxides?*, sp.

Esto nos permite asignar con seguridad la edad mesocámbrica a este depósito, pero no es posible ya establecer una determinación más detallada.

2. En el flanco occidental del anticlinal del Eo, en la parte superior de la serie de los Cabos, se encuentran unos bancos de arenisca que, según JARITZ (1958, pág. 13), están completamente, o casi completamente, constituidos por conchas de braquiópodos; un banco que tiene 1,2 m. de espesor, que se encuentra delante del Puente que va a la Isla de la Pancha (extremo occidental de la desembocadura del Eo), es un buen ejem-

plo de este depósito de braquiópodos. Otro segundo punto se encuentra en una cantera a unos 100 m. al SE. del mojón kilométrico 3, en el camino de Ribadeo a Vilela. En ambos casos se trata, según JARITZ, de braquiópodos de forma grande del tipo de los orthidos. Además se encuentran, lo mismo que ocurre en la Ensenada al N. de la Playa de Arnáu, algunos bancos con pequeñas lingulas, que están también constituidos, casi exclusivamente, por estos diminutos fósiles.

Por último, JARITZ observa en la parte más alta, estratigráficamente considerada, del «cámbrico superior» de la serie de los Cabos, al W. de la Playa de Peñarronda, un banco de arenisca, de unos 10 m. de grueso, en el que aparecen numerosos restos de tallos de equinodermos mezclados con los fragmentos de braquiópodos. Según SIEVERS-DORECK (JARITZ, 1958, pág. 15), estos tallos no son de crinoideos, sino más bien de otros «restos de pelmatozoos, pero no determinables».

En el flanco oriental del anticlinal del Eo, la serie de los Cabos contiene ocasionalmente en sus areniscas, estos mismos depósitos, como ocurre en la Punta de Serantes, a uno y otro lado de la Bahía en el centro, entre la Punta Carlongo y la Playa de la Paloma, en donde asoman bancos de unos 10 cms. de espesor, llenos de restos de conchas de braquiópodos. Según JARITZ, son formas pequeñas sin charnela, exclusivamente. Probablemente pertenecen todos al género *Lingulella*.

JARITZ también señala aquí pistas, que describe en su obra (pág. 20) «junto con huellas en forma de U hay también otras rectilíneas, delgadas, de reptación, que no muestran estructura alguna. En la zona del Cabo de Sebes, al E. de Tapia, se encuentra una placa con *Cruziana* cf. *goldfussi* y una pista con surcos laterales».

Basándose en estos hallazgos y en el carácter petrográfico, JARITZ, con pleno derecho, considera que la serie clástica tan potente de este sitio cabría equipararla a las capas de Ateca, de Celtiberia y a sus equivalentes de la Sierra de la Demanda e incluso a las *Lingula* flags de Inglaterra. Conforme con mis determinaciones estratigráficas, supone JARITZ que estos terrenos que acabamos de describir, estudiados por este autor, son principalmente depósitos del cámbrico superior, si bien el complejo de rocas de las Islas de Pantorgas cabría suponerlo todavía del cámbrico medio, aunque faltan pruebas paleontológicas para consolidar esta opinión.

V. EL CÁMBRICO DE GALICIA

1) Generalidades y datos históricos

La última edición del mapa geológico de España a escala 1:1.000.000 del año 1955, señala en el interior de Galicia varias zonas cámbricas (fi-

tratigráficas con terrenos constituidos por cámbrico seguro (llamamos así, como tantas veces hemos dicho, al demostrado por sus fósiles).

Esto se ha logrado en tiempos recientes en un caso, merced al hallazgo de fauna cámbrica. En otros casos, los argumentos litoestratigráficos nos han bastado para demostrar la edad cámbrica de los terrenos así llamados, pero, en cambio, la han negado en otros. Es evidente que las dificultades en la interpretación se deben al estado metamórfico de los terrenos, sobre todo, en el dominio de los macizos cristalinos. En lo que sigue vamos a reflexionar, hasta donde sea posible, sobre el «cámbrico» de Galicia.

2. Los distintos yacimientos según las nuevas investigaciones

a. Continuación meridional del anticlinal del Eo

Que el núcleo cámbrico y mesocámbrico del anticlinal del Eo pasa por Vegadeo y se continúa hacia el SSW., se ha demostrado por los hallazgos ya citados de mesocámbrico con trilobites por WALTER (si bien el sitio de su hallazgo, Bres, se halla todavía en la región asturiana). Pero no es seguro que las rocas de La Playa pasen también a Galicia. Desde luego, es seguro que las capas de Los Cabos del ala occidental del anticlinal, cuyo rumbo permanece bastante constante, se continúan por el S. hacia el SE. de Villaodrid; más allá, los enlaces estratigráficos son inseguros. En todo caso, en Fonsagrada no he podido hallar roca alguna cuyo carácter litoestratigráfico nos diera de modo evidente la edad cámbrica.

En Navia de Suarna los estudios hechos para su disertación por mi discípulo HAGELSKAMP están en marcha, y es necesario esperar sus resultados. En todo caso, aquí afloran rocas cuyos rasgos principales se asemejan a los del cámbrico asturiano. Se observa una zona basal de cuarcita del tipo de Cándana a la que siguen calizas dolomíticas, de meteorización parda y pizarras arcillosas, que hasta ahora no han dado fauna alguna, y por último, una serie clástica del carácter de la serie de Los Cabos.

De este último tipo, de la serie de Los Cabos, se encuentran en el ámbito en torno a Villafranca del Bierzo varios afloramientos, y sobre todo, en la carretera de Valcárcel, al NW. del lugar.

b. Anticlinal de San Román de Cervantes

En este lugar afloran rocas carbonatadas del tipo del cámbrico inferior alto y del tipo de las capas abigarradas de Peñarronda, según JARITZ. Por el E. van acompañadas por una potente formación de materiales clásticos con el carácter de los que muestran los de la serie de Los Cabos. Por su aspecto litoestratigráfico parece probado que se trata de materiales cám-

bricos. Las pruebas definitivas tendremos que aguardarlas hasta que se terminen las investigaciones de HAGELSKAMP.

c. Zona anticlinal de Meira

Las calizas yacentes en el contorno de Fuente Miña, al W. de Meira, hace tiempo que son bien conocidas, pero su edad como de cámbrico inferior solamente se ha logrado datar en mis excursiones hechas el año 1953. La zona caliza sigue con el rumbo NE. y aflora en la carretera que de Marco Bajo llega hasta Riotorto. El carácter de las rocas se parece por completo al de las típicas del cámbrico inferior, como pude confirmar en una excursión que hice con mi alumno WALTER el año 1959. Hemos comprobado la edad cámbrica de la serie de calizas y dolomitas por la presencia de fósiles que WALTER encontró en las margas pizarrosas, en el yacente de las calizas, que aquí están volcadas. SDZUY, estudiando la fauna hallada, determina los siguientes fósiles:

Wutingaspis, n. sp.

Metadoxides cf. *richterorum* (SDZUY, 1961).

Cf. *Paradoxides?* *bifidus* (BORNEMANN, 1891).

Archaeocyathidos, gen. y sp. indt.

¿Espículas de esponjas?

¿Restos de equinodermos?

¿*Orthotheca?*, sp.

No hay duda alguna en atribuir esta fauna al dominio estratigráfico de la fauna de Dolerolenus, es decir, a la de las capas de los Barrios de Luna y de La Playa de Artedo. Se trata, según esto, de cámbrico inferior bajo. No obstante, la composición de la fauna varía algo respecto a la de sus yacimientos congéneres y de otras regiones, lo que me induce a pensar que las capas donde se han hallado no son exactamente de la misma edad.

En el yacente de las rocas carbonatadas, es decir, en su parte occidental, en la carretera de Villaodrid a Villar de Santiago, se encuentran cuarcitas y areniscas de grano grueso con intercalaciones arcillosas, y también en posición invertida, lo mismo que antes hemos dicho. A mi modo de ver se trata de rocas de la serie de Cándana, en tanto que por el E., es decir, hacia el tramo superior de la serie de calizas, existe una serie de pizarras arenosas que, en general, corresponde a la serie de Los Cabos. Esta zona se continúa hacia el SSW., en dirección a Leiras.

Según esto, tenemos aquí los componentes esenciales de la serie normal cámbrica del W. de Asturias, es decir, las circunstancias estratigráficas de Vegadeo se continúan hasta aquí. En términos generales, debe-

mos decir que el cámbrico ocupa una extensión bastante mayor que la que marca el mapa geológico citado, en el cual las rocas clásticas de Cándana y de la serie de Los Cabos están tituladas y descritas como «siluriano».

La continuación meridional de esta zona anticlinal no está patente o visible completamente. La supongo que se encuentra en el contorno de Baralia, en donde las calizas se presentan en bancos que muestran el mismo carácter que el que tienen en Fuente Miña y lo mismo diremos de las demás rocas que las acompañan. La zona se continúa al W. de Becerreá.

Otro cordal de calizas del cámbrico inferior y de sus rocas acompañantes sigue un poco al E. de Becerreá y las calizas de la región al E. de Los Nogales continúan por el E. de Doncos, y en Ferreiras hasta el Puerto de Piedrafita. Desde aquí doblan hacia el SE. pasando por El Castro, hasta el W. de Ruitelán. En cualquiera de estos puntos, lo mismo las rocas calizas que sus acompañantes tienen los caracteres clásicos del cámbrico. Lo mismo se puede decir de otro ramal calizo que entre Ambas-mestas y Trabadelo cruza la carretera Becerréa-Ponferrada. Estoy seguro de que se trata de una ancha zona cámbrica que en esencia es la continuación del anticlinal de Meiro, que en esta zona parece dispersarse en otros pequeños anticlinales.

Aquí también parece considerarse la serie cámbrica, en general, como afín o idéntica a la del W. de Asturias, como vamos a ver:

Serie clástica del techo: Serie de Los Cabos.

Pizarras arcillosas y margas: Pizarras de Vegadeo.

Rocas carbonatadas: Calizas de Vegadeo.

Serie clástica basal: Serie de Cándana.

Existen indicios de trilobites en los materiales asociados a las rocas carbonatadas, así como pistas en las rocas equivalentes a las de la serie de Los Cabos.

d. Anticlinal de Mondoñedo

En Mondoñedo, las rocas carbonatadas de tipo cámbrico afloran por distintos sitios, como, por ejemplo, al NE. de la localidad, entre Villamar y Villanueva Lorenzana, lo mismo que en otros dos cordales al S. de la ciudad.

La proximidad del granito ha metamorfizado las rocas, convirtiéndolas en mármoles, y lo mismo ocurre en las rocas acompañantes. En la costa de Foz hay restos de estas calizas, y en su proximidad se encuen-

tran cuarcitas de grano grueso, cuyos detalles petrográficos recuerdan los de la cuarcita de Cándana, pero desde luego, muy alterados por el metamorfismo, según nos comunica U. H. NISSEN en 1960.

e. Otros depósitos cámbricos de Galicia

En distintos puntos de esta región he visto rocas de hábito cámbrico, sobre todo al N. de Monforte de Lemos, en donde hay cordales de rocas carbonatadas que muestran este mismo sello, y en donde existen series clásticas del tipo de la serie de Los Cabos. Con su estudio detenido se ocupa actualmente mi alumno RIEMER.

En cambio, en el Barco de Valdeorras, en donde en el mapa general español, tantas veces citado, señala la presencia del cámbrico, lo que en realidad existe es el ordo-gótico, en donde junto con las pizarras negras silúricas aparecen también las calizas que, probablemente, deben ser también silúricas, como las que se encuentran en el Sil, al SW. de Ponferrada, entre Priaranza del Bierzo y Salas de la Ribera. Allí se ven varias capas que forman arrecifes, de contorno tan pronto ascendente o elevado como aplanado o rebajado. Además, por su tipo, estas rocas difieren claramente de las rocas carbonatadas del cámbrico.

El resto de lo que los mapas españoles indican como «cámbrico» debemos de considerarlo, por ahora, como dudoso. En muchos de ellos, el metamorfismo impide un aclaramiento completo sobre su verdadera posición estratigráfica.

VI. EL CÁMBRICO DUDOSO DE LAS PROVINCIAS DE SALAMANCA, AVILA, SEGOVIA Y MADRID

En la última edición del Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000, del año 1955, en el antepaís nórdico de la Cordillera central divisoria, entre la frontera portuguesa y la región situada al S. de Aranda de Duero, aparecen amplias manchas con el color del cámbrico. Asimismo, SCHMIDT-THOMÉ (1945), en su mapa del W. de la España Central, señala una buena tercera parte con el símbolo del cámbrico.

En detalle, se trata de los siguientes yacimientos (véase la fig. 33):

1. País de extensión media, próximo a la frontera portuguesa en Hinojosa de Duero, al W. de Vitigudino.
2. Región de contorno irregular entre Villar de Ciervo y Ciudad Rodrigo.
3. Dominio más extenso al S. de Ciudad Rodrigo (entre Fuente-

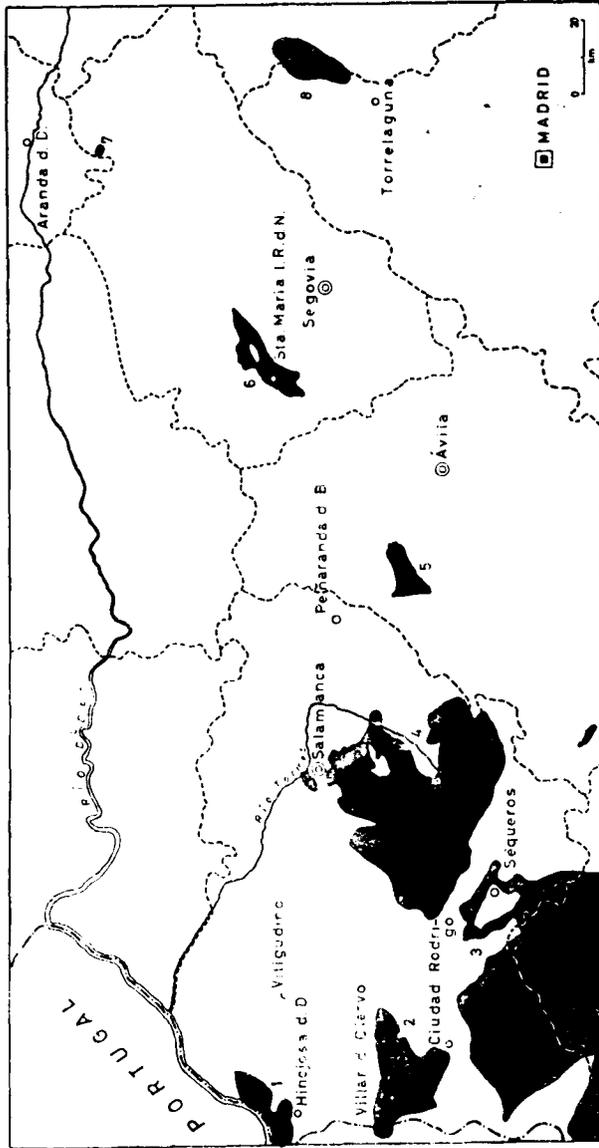


Fig. 33.—La distribución del supuesto cámbrico de Castilla la Vieja y de la Divisoria central de la Península. Escala 1:2.000.000. Los números de los yacimientos 1 á 8 son los mismos que los de las páginas 161 y 163 del texto.

1. Varios miles de m. de pizarras grises y verdosas, a veces brillantes,
 2. Más de 100 m. de pizarras calizas nodulosas o compactas, y en la parte superior de pizarras nodulosas, poco calcáreas; la caliza se hace ocasionalmente dolomítica o silícea.
 3. 200 a 400 m. de pizarras grises y claras, la parte superior con algunos bancos de cuarcita de varios metros de espesor y escasos bancos de conglomerado.
4. Complejo de cierta extensión al S. de Salamanca.
 5. Contorno triangular entre el granito al SE. de Peñaranda de Bracamonte (al E. de Cabezas del Villar).
 6. Otra región más estrecha que va de SW. a NE. a ambos lados de Santa María la Real de Nieva (provincia de Segovia).
 7. Un pequeño afloramiento al S. de Aranda de Duero.
- B. MELÉNDEZ (1943, pág. 83) agrega:
8. La región entre la línea de Paredes de Buitrago hasta La Puebla de la Mujer Muerta, por el NW., y la línea de Patones-Alpedrete, en el río Lozoya, al NE. de Torrelaguna (al N.-NE. de Madrid).

En cuanto a este último yacimiento, acabado de citar, no he encontrado hasta ahora por parte alguna fósiles cámbricos. Litológicamente, en todo caso se trata de pizarras más o menos metamórficas, que pasan a pizarras micáceas y ocasionalmente contienen intercalaciones o inclusiones de conglomerados, grauvacas, cuarcitas y algunos bancos de caliza muy poco limpia.

En algunos de estos yacimientos se trata de terrenos de edad preordovicica, a juzgar por su posición debajo de la cuarcita armoricana. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, en Ciudad Rodrigo, y según MELÉNDEZ, también se observa lo mismo al N. de Torrelaguna. Las rocas típicas del cámbrico no las he podido encontrar en este sitio. El metamorfismo ha borrado a fondo los caracteres petrográficos. Es posible que parte de estos yacimientos sean cámbricos, pero en todo caso, a mi modo de ver, se trata en realidad de precámbrico en gran extensión de estos terrenos. En mi opinión, pudiera ser más acertado hablar de complejos pizarrosos, que alternan con grauvacas blandas y conglomerados sueltos o poco compactos.

SCHMIDT-THOMÉ (1945, pág. 72) establece la siguiente división para el «cámbrico» que él supone existente en el país estudiado, y que comprende los tramos establecidos por este orden:

y zonas de grauvaca que llegan a tener 100 metros de potencia, con intercalaciones de cuarcita de un espesor de hasta 10 m. Más raramente se encuentran bancos de conglomerado cuarzo apizarrados. En la parte inferior se encuentran zonas calcáreas, de poco espesor e impuras, arenosas y silíceas; hacia el W., el espesor de estas últimas capas llega a pasar de 50 m.

La separación entre el cámbrico auténtico y el precámbrico y ordoviciense debe ser objeto de investigaciones especiales.

VII. EL CAMBRICO EN LAS PROVINCIAS DE TOLEDO Y CIUDAD REAL

1) Generalidades

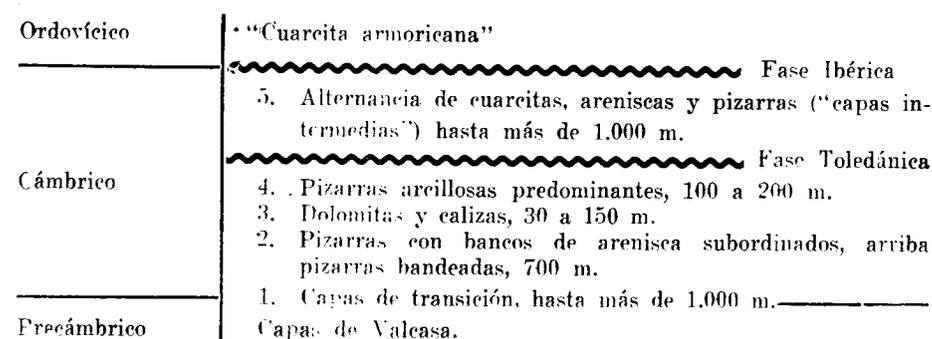
Hasta ahora era muy poco lo que se sabía del cámbrico en el centro de España, a pesar de que CASIANO DE PRADO, ya en el año 1845, en Los Cortijos de Malagón había encontrado la primera especie de trilobites cámbrica de España, fué luego determinada por BARRANDE como *Ellipsocephalus pradoanus*. El punto del yacimiento se perdió después y no se ha llegado a descubrir hasta época reciente. Por consiguiente, la estratigrafía del cámbrico del centro de España, hasta ahora, se mantenía en la mayor oscuridad. En las provincias de Ciudad Real y Toledo domina una estructura relativamente sencilla de anticlinales y sinclinales verticales, que llevan un rumbo SE.-SW. En el dominio de los anticlinales asoma el precámbrico; en cambio, en los núcleos sinclinales se llega a encontrar el gotlándico e incluso el devónico. Se pueden distinguir los siguientes territorios que figuran en la figura 34:

1. Entre el Puente del Arzobispo y Guadalupe.
2. Región NE. de los Montes de Toledo (al S. de Toledo).
3. Región SE. de los Montes de Toledo.
4. La región del Guadiana Alto.

2) La región entre el Puente del Arzobispo y Guadalupe

α) División estratigráfica

En las investigaciones que realicé en 1952 entre el Puente del Arzobispo y Guadalupe he podido establecer la siguiente división estratigráfica:



β) Litoestratigrafía

1. Sobre las potentes series de pizarras blandas y uniformes de Valcasa (abreviatura de Valdelacasa del Tajo) se encuentra una serie de más de 1.000 m. de espesor de pizarras grauváquicas blandas con numerosas intercalaciones de bancos de cantos rodados, que llegan a tener un espesor de más de 10 m. En estos bancos se encuentran cantos rodados, a veces gruesos y siempre bien redondeados, de cuarcita o cuarzo, esparcidos en una matriz pizarrosa gris-verdosa, sin ningún orden determinado. Este material de gravas, que a veces llega a ser compacto, está poco clasificado y además poco consolidado. Estos materiales dan la impresión de que se trata de sedimentos fluvio-glaciares y su mejor explicación sería suponerlos sedimentos fluvio-glaciares constituidos en un clima glaciar. Tanto por su aspecto como por la falta de diagénesis de sus capas, ésta sería la hipótesis más fácil de aceptar (LOTZE, 1956).

Estos depósitos de cantos rodados nos podrían servir acaso para establecer la separación entre el cámbrico y el precámbrico, que correspondería entonces a una época en la cual los fenómenos glaciares alcanzaban una gran extensión en muchas regiones del planeta.

2. Estas formaciones limitrofes entre el precámbrico y el cámbrico pasan hacia arriba a una potente serie, por lo menos de 700 m. de pizarras arcillosas con intercalaciones subordinadas de arena y cuarcita. Las rocas tienen un color gris-verdoso de pizarrosidad gruesa y a menudo regularmente bandeadas, como ocurre en la zona de Guadalupe. Estos sedimentos no han dado fauna alguna.
3. Al E. del Puente del Arzobispo y al N. de Guadalupe siguen a esta serie dolomitas y calizas, que al meteorizarse toman un color pardo, son ferruginosas y recuerdan el tipo de la dolomita celtibérica de Ribota. Su espesor varía de un sitio a otro. Las estructuras de algas

calizas las hemos visto bien evidentes en la carretera del Puente del Arzobispo a la Estrella.

4. En la parte superior, o sea, en el techo de las calizas, hay arcillitas de color gris-verdoso y pizarras arcillosas de espesor bastante grande; hacia arriba aparecen intercalaciones de bancos de arenisca.
5. El final de este corte cámbrico lo forma una sucesión alternante de pizarras, areniscas y cuarcitas, que a veces, sobre todo en la parte inferior, llegan a ser conglomerados. Esta serie es transgresiva sobre horizontes anteriores, especialmente sobre el cámbrico inferior e incluso sobre el precámbrico, lo que nos ha inducido a considerar dicha transgresión como debida a la fase toledánica de la orogénesis de aquellos tiempos, según dijimos el año 1956.

Sobre el horizonte 5 aparece, en una nueva discordancia, la «cuarcita armoricana» transgresiva, lo mismo sobre el cámbrico más bajo que sobre el precámbrico. Esta «cuarcita armoricana» (de la cual tan repetidamente hablamos en esta obra) es la que corresponde al término estratigráfico del Arenig. (En 1956 denominé a esta nueva discordancia «fase Ibérica».)

A estas discordancias se debe que en la región de Toledo la serie cámbrica sea tan incompleta; por lo general, bajo el ordoviciense sólo se encuentran depósitos del cámbrico más bajo y solamente aquí y allá aparecen los horizontes 3 a 5.

γ) Bioestratigrafía

La serie es muy pobre en fósiles. En Castañar de Ibor, al W-NE. de Guadalupe, encontré restos de trilobites dudosos en el techo del horizonte de dolomita y caliza.

3) La región noroeste de los Montes de Toledo

MERTEN (disertación, 1955), al estudiar el cámbrico de su región para obtener el título de Doctor, encuentra tres yacimientos: uno, aproximadamente en el centro de la hoja Sonseca (Mapa nacional 1:50.000, número 657; otro, en el centro de la hoja Orgaz (núm. 685), y un tercero, en el N. de la hoja Las Guadalerzas (núm. 711). Hasta ahora solamente se consideraba como cámbrico el primero de los citados, mientras que los dos últimos se consideraban como silúrico (KINDELÁN Y DUANY, 1952). En cambio, hay capas descritas como cámbrico en las cuales MERTEN encontró fósiles del Llandeilo.

α) Litoestratigrafía

Como rocas de la región cita MERTEN las calizas en dos yacimientos, las arcillitas en tres yacimientos y, por último, una toba volcánica. Según este autor, las arcillitas son más recientes que las calizas; todas las rocas citadas ahora se encuentran por debajo de la «cuarcita armoricana» del arenig, transgresiva.

MERTEN describe las calizas del yacimiento N., que se encuentra en el cruce del camino de Toledo a Ajofrín con el Camino de los Morachos, como bastante pura, compactas en masa o poco estratificadas de color azul; quedan limitadas por las arcillitas y forman, al parecer, el núcleo de un abovedamiento anticlinal. En el yacimiento medio (en la vertiente N. de la Sierra de los Yébenes), las calizas, tal vez por su contacto con el granito, han tomado un aspecto espático basto y muestran un color blancuzco; las calizas, en parte aparecen en masa, en parte alternan con margas y pizarras arcillosas. No es fácil determinar el espesor primitivo de las calizas, y MERTEN supone que, por lo menos, tendrían varios cientos de metros de espesor. Las arcillitas, mientras no hayan sido afectadas por el metamorfismo de contacto, parece que son de color azulenco a azulado verdoso, de carácter pelítico, de compacidad media a muy compacta y muestran una disposición en bandas, pero apenas apizarradas; hacia arriba pasan a areniscas finas blandas. MERTEN les calcula «algunos cientos de metros» de espesor.

La toba volcánica se encuentra en el Arroyo de Peña Escrita y constituye un banco de unos 10 m. de potencia, dentro de la serie de arcillitas. En su descripción, MERTEN dice lo siguiente: «La roca gris, de consistencia media, muestra numerosas inclusiones de rocas adyacentes, que en su mayor parte deben proceder de las arcillitas inferiores. La cantidad de cal es muy considerable. Toda la toba se muestra muy cloritizada, a lo cual se debe el color verdoso que toma. En sección delgada, entre los abundantes feldespatos de pequeño tamaño, sólo hemos podido observar que son plagioclasas, las cuales podrían pertenecer a la serie de las andesinas. Todas las inclusiones muestran una ordenación paralela.

β) Bioestratigrafía

MERTEN no ha hallado fósil alguno.

4) Los Montes de Toledo surorientales

α) Historia

En la disertación hecha por WEGGEN el año 1955 son estudiados con detenimiento las Sierras del Pocito y del Bohonal, por el N., según la

línea que desde el N. de Piedrabuena va por el S. hasta Malagón. En esta zona, en donde se realizó el hallazgo de CASIANO DE PRADO (1855), se ha hecho famoso el yacimiento de Los Cortijos. En esta misma zona cita HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1934) otro yacimiento de cámbrico, en Porzuna, pero que WEGGEN, por sus fósiles, considera como de Llandeilo. En 1911, DOUVILLÉ cita Los Cortijos según la descripción de CASIANO DE PRADO y CORTÁZAR (1880), en un corte que damos a continuación:

3. Cuarzitas con *Bilobites* y *Cruziana*, con fuerte buzamiento hacia el E.
2. Areniscas grises rellenas de fucoides, que se muestran paralelos o verticales a la estratificación.
- Laguna estratigráfica.
1. Capa de arenisca de color gris verdoso, muy blanda, con escamas de mica clara; ésta es la capa que ha dado el *Ellipsocephalus pradoanus*. Otra arenisca de igual constitución, pero de color más oscuro parece que no es fosilífera. Tanto una como otra de estas capas contienen pequeños cristales de pirita. El rumbo es, aproximadamente, N.-S., y el buzamiento, de 40°-50° hacia el E.

No se trata, como se ve, de una serie completa, sino que, por el contrario, entre el horizonte 1, que asoma en el Cerro de Los Cortijos, y los horizontes 2 y 3, se halla una amplia mancha de material diluvial que llena la depresión del Arroyo Humera.

β) Litoestratigrafía según Weggen

En sus investigaciones recientes, WEGGEN distingue los siguientes tramos, de arriba abajo:

5. Areniscas fosilíferas de grano fino.
4. Serie cuarcítica, que comienza con una probable toba diabásica.
3. Alternancia de materiales arenosos y arcillosos.
2. Arenisca muy arcillosa, de color verde azulado, que hacia el Sur pasa a una arcillita de color azul claro.
1. Arcillita compacta de color verde brillante claro.

Los distintos horizontes que describe este autor los exponemos en esta forma:

1. La arcillita inferior es muy dura, de color brillante claro, no estratificada, con bancos que llegan hasta 40 cms. de espesor y que al romperse se deshace con fractura concoidea de bordes agudos. Su espesor es desconocido.
2. Las areniscas que se le superponen son muy arcillosas, de color

verde azulado, de grano muy pequeño. La roca está muy finamente estratificada y se deshoja en placas delgadas. Hacia el S., estas mismas capas se hacen más arcillosas y pasan, por último, a arcillitas, que en estado fresco tienen un color azulado claro.

3. La alternancia que se observa en la parte alta de la serie se compone de areniscas micáceas, en parte blandas, en parte duras, más o menos arcillosas, y arcillitas duras de color verdoso-gris. WEGGEN le calcula un espesor de 40 m. y la describe en un corte especial.

4. La toba diabásica en la base del horizonte que le sigue es compacta, de color gris ligeramente rojizo. Las capas siguientes se componen de bancos de cuarcita y arenisca en alternancia con pocas pizarras. Las cuarcitas pueden llegar a tener hasta 4 m. de espesor o disminuir éste hasta quedar en bancos delgados; en parte es muy compacta y densa; a veces, de color azulado-gris, a veces de color blanco casi puro.

5. La serie de areniscas que le sigue, cuya importancia se debe a que es fosilífera, la describe WEGGEN con más detenimiento en un corte especial (1955, págs. 20 a 21) a lo largo del regato al E. de un pequeño montículo de cuarcitas del horizonte 4. El afloramiento se encuentra en la prolongación del Camino del Martillo, es decir, en el Camino de Valdeibáñez, y comienza a unos 38 m. del sitio en donde este camino cruza el barrañeo. De abajo arriba se distinguen los siguientes tramos que ha distinguido WEGGEN y que vamos a detallar tal como nos lo dice este autor:

- 0,25 m. Arenisca fina de color verde oliva, arcillosa y bastante dura; fractura irregular en superficies acordilladas, debidas a la intercalación de pequeñas vetas arcillosas. En la superficie de separación aparecen costras ferruginosas. En la superficie de las capas se nota también un enriquecimiento de escamas de mica.
- 0,15 m. Arenisca fina de color gris claro, ligeramente verdoso, muy dura; la fractura se produce según las superficies de separación, en las cuales abunda la mica.
- 8,00 m. Arenisca fina muy arcillosa, que pasa a arcillita muy arenosa, de color gris-verde claro, muy dura. Superficies irregulares, según la estructura acordillada, y en donde abunda la mica. Se encuentran algunos trilobites junto con algunos restos indeterminables de fósiles.
- 1,60 m. Arenisca fina de color gris azulado muy arcillosa y al principio muy dura, blanda y al meteorizarse blanda. Fractura de nuevo según superficies acordilladas. A trechos aparecen lo que el autor llama «cementorios de trilobites». No

obstante, la capa contiene pocos restos, en forma de escudos cefálicos mal conservados.

0,35 m. Arcillita muy compacta de color gris azulado a verde gris, dura, astillosa o concoidea al romperse.

2,80 m. Arenisca fina con intercalaciones de grano medio, en donde la roca es verde, dura y con superficies de estratificación bien delimitadas, y que se deshojan merced a la presencia de abundante mica. La roca, al meteorizarse, se hace blanda y amarilla. Los escudos cefálicos de trilobites que contiene esta roca no pueden extraerse por la fácil disgregación de la arenisca.

0,30 m. Arenisca de color gris claro a medio, que al romperse da un color verdoso; la roca es generalmente muy dura. Fractura irregular y muy arcillosa. Al meteorizarse toma un color pardo ferruginoso. Los escudos cefálicos de trilobites no son raros, a veces las capas contienen «cementeros de trilobites».

Unos 3,00 m. Arenisca fina, dura, de color gris medio, con tonalidades verdosas; la superficie es algo áspera, por las intercalaciones de carácter más basto. La superficie es abundante en mica. La fractura es irregular según las superficies que hemos denominado acordilladas. La roca está dividida en fragmentos por una diaclasación perpendicular al rumbo de las capas, y que motiva el que se deshaga en placas de 5 a 10 cm. de espesor. Esta capa contiene muchos restos de trilobites, pero que en general no pueden extraerse.

(2,20 m. Gravas)

0,20 m. De arcillita color gris verdoso, arenosa, irregular con vetas ferruginosas que la atraviesan. Es desmoronable. La fractura irregular.

(1,70 m. Gravas)

1,30 m. Arenisca fina color gris verdoso que se hace amarillento o pardo al meteorizarse, es blanda y se deshace en fragmentos.

(1,60 m. Gravas)

0,40 m. Arcillita de color gris medio a claro, con una tonalidad verdosa, arenosa, compacta, que se deshace en fragmentos que se rompen según superficies sedimentarias.

(8,50 m. Gravas)

4,50 m. Areniscas de grano medio a grueso, en parte con material más fino, de color gris a verdoso, que al meteorizarse se

hace pardo. La roca es muy dura; en la superficie de las capas abunda la mica. Se encuentran escudos cefálicos y espinas de trilobites.

Es interesante anotar que en la prolongación del eje del anticlinal de Los Cortijos, en la Fuente del Fresno, aparecen calizas azules compactas o blancas con intercalaciones de bancos delgados de dolomita de color blanco sucio o amarillento. Su relación con las rocas clásticas que acabamos de describir no está clara.

γ) Bioestratigrafía y edad de las capas

Los restos de trilobites los encontró ya WEGGEN en la parte superior de la serie cuarcítica del corte 4. Muy numerosos y en parte bien conservados son los restos del horizonte 5 (véanse las descripciones detalladas que del corte detallado hizo este autor).

Un nuevo estudio de las recolecciones hechas por WEGGEN debido a SZUY, dió la siguiente lista, que, como se ve, varía de la dada por WEGGEN:

Realaspis strenoides (SZUY, 1961).

Pseudolenus weggeni (SZUY, 1961).

Pseudolenus glaber (SZUY, 1961).

Kingaspis cf. velatus (SZUY, 1961).

Además, *Hyolithes*, sp. (pterópodo).

Todas las especies de trilobites resultan nuevas y limitan una edad del cámbrico inferior alto, es decir, sirve, sobre todo, para las dos nuevas especies de *Pseudolenus*. Hasta ahora, el género *Pseudolenus* no se conocía más que de Marruecos, y HUPÉ lo sitúa en su zona 8, que pertenece al cámbrico inferior más alto de Marruecos. *Kingaspis* resulta también un género del cámbrico inferior. La especie *Kingaspis velatus* se presenta, como ya antes hemos citado en la página 24, en las dos bandas superiores de trilobites de la dolomita de Ribota. La especie de Los Cortijos que SZUY denomina *Kingaspis cf. velatus* no debe ser idéntica a la de la dolomita de Ribota, según ha demostrado este autor en la parte segunda de esta monografía. El género *Realaspis* es nuevo, próximo a *Perrector*?, que en Murero aparece en la parte más alta del cámbrico inferior. Resulta así que la fauna de Los Cortijos, en conjunto, es del cámbrico inferior alto, y próxima a la base del cámbrico medio o mesocámbrico. De este modo, la laguna que aparece en Celtiberia, entre las pizarras de Huérmeda y la banda *mureroensis-hastata-lotzei*, queda cerrada con la fauna de Los Cortijos.

Las circunstancias litoestratigráficas nos dicen lo mismo: la cuarcita que se encuentra por debajo de las pizarras fosilíferas me recuerda la

cuarcita de Daroca del cámbrico céltibérico, y lo mismo las pizarras arcillosas infrayacentes que se pueden equiparar a las pizarras de Huérmeda del corte del Jalón. Las calizas y dolomitas, que no afloran en Los Cortijos, deben hallarse a mayor profundidad.

5) Cámbrico de la región del Guadiana alto

Esta región, en la cual estudió su disertación doctoral mi alumno MACHENS el año 1954, comienza en su base con un conglomerado transgresivo de la «cuarcita armoricana», a la que MACHENS calcula un espesor de unos 2.000 metros. Esta serie basal comienza con calizas, a las que siguen las pizarras arcillosas, y termina con arcillitas bandeadas. Estos materiales afloran en el núcleo de dos anticlinales, uno de ellos situado en El Bullaque, y otro en el río Tirteafuera. MACHENS (1954, págs. 36 a 33) describe las rocas como sigue:

1. Las calizas, que en Abenójar tienen depósitos en varios sitios, son de color azul oscuro, muy duras y cristalinas.
2. Las pizarras arcillosas, que deben tener unos 1.200 metros de espesor, son oscuras, de color verdoso azulado gris en estado fresco, y se tornan pardas al calentarse, muestran superficies arrugadas y onduladas.
3. Las arcillitas bandeadas que se encuentran en el río Tirteafuera constituyen una serie de carácter pelítico, bien estratificada, de color azul verdoso, que muestran de vez en cuando intercalaciones delgadas de arenisca o arcilla. La roca es dura y compacta y posee una fractura arcillosa. El espesor es de unos 600 a 700 metros.

Este corte podríamos considerarlo equivalente al normal del cámbrico del centro de España, y se corresponde al que ya hemos descrito en el espacio entre El Puente del Arzobispo y Guadalupe y al descrito por MERTEN en la parte NE. de los Montes de Toledo. Lo único que aquí varía es el gran espesor de la serie pelítica. Cabe preguntarse si en parte no se deba a una repetición tectónica de los mismos horizontes, o bien si las pizarras arcillosas sean debidas a un plegamiento y apizarramientos especiales, es decir, que acaso fuera una facies especial de carácter tectónico de las arcillitas. Según esto, es posible que las series 2 y 3 no sean una clara sucesión sedimentaria.

MACHENS no ha encontrado fósiles.

6) Resumen

El cámbrico de las provincias de Toledo y Ciudad Real posee un espesor relativamente pequeño, falta la serie basal de elementos macroclás-

ticos (es decir, falta la cuarcita de Bámbola o la de Cándana), domina en cambio la facies pelítica, alcanza un desarrollo muy escaso la fase carbonatada del cámbrico inferior, y por último, es pobre en fósiles. Los trilobites no se encuentran en las rocas arcillosas o margosas, sino en las areniscas de grano grueso que parecen indicar un aplanamiento del fondo del mar, de duración relativamente corto. Como particularidad importante diremos que aquí se encuentra el primer asomo de volcanismo submarino, aunque desde luego, en pequeñas intercalaciones. En cambio, en lo que hasta ahora hemos citado del cámbrico en la parte N. de la Península Ibérica faltan por completo estos indicios de volcanismo inicial.

VIII. EL CAMBRICO DEL NORTE DE EXTREMADURA (PROVINCIA DE CACERES)

1) Generalidades

En el tantas veces citado Mapa Geológico general de España, lo mismo en la edición de 1919 que en la de 1955, figuran en Extremadura con una gran amplitud los terrenos considerados como cámbricos (según muestra la fig. 34), pero que su determinación estratigráfica nos parezca du-

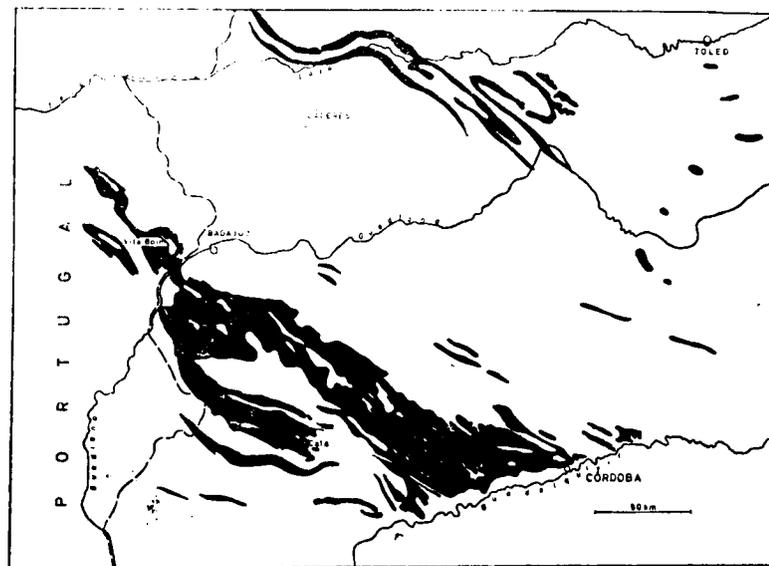


Fig. 34.—La distribución del cámbrico en el Sur de España, entre la divisoria central de la Península Ibérica y la cuenca del Guadalquivir. Escala 1:30.000.000. La descripción se hace según el Mapa Geológico de España, en donde faltan mis propias investigaciones.

dosa, resulta de la paradoja que se puede ver en el mismo mapa, en las nuevas ediciones, a lo largo de la frontera portuguesa, al NE. de Cáceres, en donde los límites estratigráficos parecen coincidir con los políticos, sirviendo de frontera entre ambas naciones.

Primeramente citaremos los yacimientos cámbricos extremeños, que más adelante describiremos:

1. País extenso en la continuación meridional, Las zonas de Ciudad Rodrigo y Ladrillar, al SW. de Sequeros (provincia de Salamanca); a ambos lados del río Arrago, entre Hoyos y Coria, hasta el S. de Plasencia.
2. Continuación suroriental del territorio antes citado, entre Navalmoral de la Mata y Jaraicejo.
3. Zona estrecha de curso NW.-SE., entre la frontera portuguesa y Garrovillas.
4. País extenso entre el límite portugués al W. de Alcántara y Montánchez.
5. Región extensa entre Garrovillas, Cáceres, Montánchez, Logrosán y Jaraicejo.

No hemos de entretenernos en describir aquí todos estos yacimientos citados en el Mapa Geológico oficial, sino solamente los que yo haya podido visitar, y en los cuales se asegura la existencia del cámbrico auténtico, o por lo menos, muy probable.

2) El país del Tajo, entre Almaraz (al suroeste de Navalmoral de La Mata) y el Puerto de Miravete

Aflorando en la carretera nacional Navalmoral-Trujillo aparecen en el valle del Tajo pizarras compactas y duras, del mismo tipo que ya habíamos hallado en el cámbrico inferior, al S. de El Puente del Arzobispo. Siguen hacia el SE., hacia Casas de Miravete, calizas de color chocolate pardo al alterarse, pizarras arcillosas de color gris verdoso, y luego una serie de pizarras y areniscas alternantes, y por último, la «cuarcita armoricana» que forma una depresión y constituye los cerros del Puerto de Miravete, y más al NE., la Sierra del Frontal.

El corte general corresponde, en gran parte, al que ya hemos citado al W. de los Montes de Toledo, y asimismo, se puede paralelizar con el de los Montes de Guadalupe. En su conjunto, el aspecto de la roca es «cámbrico», y además, la serie se encuentra bajo las capas basales del ordovícico. A mi modo de ver, pues, no hay duda alguna sobre la edad cámbrica de estas rocas.

3) La región en torno a Jaraicejo

Al S. del río Almonte, en la profunda garganta creada por el río, aparecen pizarras arcillosas más o menos arenosas, que tienen el mismo carácter de las pizarras precámbricas de Valcasa (= Valdelacasa). En Jaraicejo siguen hacia el N. rocas más compactas, como son las pizarras arcillosas y cuarcitas, pizarras calcáreas, alternancia de pizarras areniscas y cuarcitas y, por último, la «pizarra armoricana» del Puerto de Miravete.

También aquí encontramos la serie normal del precámbrico, tal como ya habíamos dicho de El Puente del Arzobispo. Todos los miembros principales del cámbrico están aquí presentes.

4) La región al sur de Coria, entre los ríos Alagón y Tajo

Las nuevas investigaciones de mi discípulo HANS-JOACHIM SCHMIDT, según su disertación, no publicada, pero presentada el año 1957 en la Universidad de Münster, en el substrato del ordovícico aparece una serie de grauvacas blandas y pizarras, de constitución uniforme y de cierto espesor, con intercalaciones conglomeráticas de distintos elementos. En las investigaciones que yo mismo he hecho en el mismo lugar, me he podido convencer de que se trata de un terreno completamente análogo al de las capas precámbricas de Valdelacasa, en la región al S. del Puente del Arzobispo. Por su fácil alterabilidad, estas rocas dan superficies planas y de aquí que SCHMIDT las llame «pizarras de las llanuras». Por su parte, los conglomerados se corresponden por completo con sus congéneres de las pizarras superiores de Valdelacasa.

En relación con este precámbrico, aparecen cuarcitas y areniscas de un carácter distinto; constituyen lentejones, más o menos largos, que en general se parecen unos a otros, pero que se encuentran por debajo de la «cuarcita armoricana» y hacia el E. toman un aspecto distinto en su constitución petrográfica. Mientras se encuentran próximos a la cuarcita armoricana estas rocas muestran un carácter de cuarcita compacta, de grano fino, color gris lechoso y fractura concoidea a vítrea, pero en cuanto se distancian de ella se convierten en areniscas claras, que poco a poco se hacen blandas hasta llegar a perder su carácter y se entremezclan con las pizarras y grauvacas de la serie de Valdelacasa. A mi modo de ver, las arenas cuarzosas que al sedimentarse eran de carácter puro han experimentado luego una cuarcitificación secundaria, y, convertidas en cuarcitas, constituyen así el substrato inmediatamente inferior a la cuarcita armoricana. Esta cuarcitificación ha sido simultánea con la constitución de las arenas cuarzosas «armoricanas», es decir, que ha experimentado esta transformación durante la diagénesis iniciada poco después de haberse sedimentado.

SCHMIDT (1957, pág. 15) establece la siguiente paralelización:

Techo: «Cuarcita armoricana».

Plegamiento sárdico 

Areniscas y cuarcitas con pizarras arcillosas oscuras = Cámbrico inferior bajo.

Pizarras bandeadas, con lechos de cantos rodados = capas-límites del cámbrico con el precámbrico.

Pizarras arcillosas y grauvacas = capas de Valdelacasa = precámbrico.

Según este esquema, de cámbrico quedaría solamente un pequeño segmento y acaso solamente una parte de sus tramos más bajos, completamente azoicos. Todos los demás depósitos habrían sido denudados, destruidos y arrasados antes de que se realizara la transgresión de la «cuarcita armoricana».

5) La región al oeste de Cáceres

En esta región, según las nuevas investigaciones de mi discípulo H.-J. KELCH (presentadas como disertación en Münster el año 1957), tenemos los siguientes resultados:

Ordovícico: «Cuarcita armoricana».



Precámbrico: Capas de Valdelacasa.

Sobre una serie de color verde oliva, constituida por pizarras arcillosas y arcillitas, que de vez en cuando muestran intercalaciones arenosas e inclusiones de pizarras de color oscuro a negro, reposa en general la «cuarcita armoricana», discordante y transgresiva. La serie de pizarras monótonas las paraleliza KELCH, con justa razón, con las pizarras de Valdelacasa, del W. de los Montes de Toledo, y lo mismo que allí, las considera del Algónquico.

En ciertos sitios (como, por ejemplo, en el anticlinal de la finca Hito y en el flanco meridional del sinclinal devónico de Aliseda), entre este precámbrico y el ordovícico, existen reliquias de una serie sedimentaria, que fué afectada por discordancias, tanto en el yacente o muro—hacia el precámbrico—como en el techo o pendiente, hacia el ordovícico. Para este «cámbrico», que tiene un espesor de 350 a 370 m., KELCH (1957, páginas 15 a 16) presenta un corte especial—tomado en la finca Hito; de arriba abajo tenemos los siguientes tramos:

Pendiente o techo: «Cuarcita armoricana».


Pizarras arcillosas puras, blandas, con pequeñas manchas de mica en escamas, espesor desconocido.

Cuarcitas de grano fino, en masa: 5 m.

Areniscas en bancos gruesos, en parte cuarcíticos y micáceos: 10 m.

Rocas arenosas y arcillosas, blandas, que al meteorizarse toman un color gris claro a rojizo: 20 m.

Cuarcita gris, de grano fino, en bancos que hacia arriba pasan a areniscas: 9 m.

Cuarcita de color gris claro con mica, en parte con arenisca gris cuarcítica de grano fino, que alterna con pizarras arenosas micáceas, blandas y de color gris claro: 160 m.

Pizarras arcillosas, micáceas, de color gris violeta: 150 m.

Cuarcita basal, con cantos rodados de lidita en su base, de grano fino: 15 m.
Substrato o muro: capas «algónquicas», que hacia arriba se hacen silicatadas.

Como esta serie entre el precámbrico y la «cuarcita armoricana» es azoica, sólo de modo indirecto podremos saber su edad. En los Montes de Guadalupe, en el flanco S. del anticlinal de Valdelacasa, se encuentra una serie semejante, pero de mucha mayor potencia y de posición semejante. Aquí es donde pude ver que se trataba de cámbrico inferior alto (Lotze, 1956). Teniendo en cuenta la discordancia que se encuentra allí en la base, estas capas las considero del cámbrico superior. Entre el supuesto «algónquico» y el cámbrico inferior, aquí, lo mismo que entre Alagón y el Tajo (véase SCHMIDT, pág. 152), no hay discordancia alguna, sino una transición estratigráfica. Esto nos lleva a dar el nombre de *Toledánica* a la discordancia en el ámbito al W. de Cáceres, e *Ibérica*, a la superior, debida al plegamiento sárdico.

6) Resumen

Los resultados de las nuevas investigaciones nos llevan a la conclusión de que en la provincia de Cáceres la mayor parte del cámbrico que en los mapas estaba considerada como de este terreno y que MELÉNDEZ (1943, págs. 73 a 75) consideraba en gran parte como del cámbrico medio a superior, por estar constituida por pizarras arcillosas y arenosas, grauvacas blandas, bancos de conglomerado, etc., es en realidad de edad precámbrica, por mí denominadas capas de Valcasa. El cámbrico forma solamente fajas estrechas entre el algónquico y el ordovícico, es de poco espesor, y debido a movimientos tectónicos, en gran parte faltan sus se-

dimentos. Sus depósitos quedan reducidos a una serie de pizarras y cuarcitas alternantes, que podrían atribuirse al cámbrico superior. En donde aparece completo, como ocurre en Jaraicejo y Casas de Miravete, el cámbrico comienza con pizarras arcillosas compactas (en parte con bancos de cuarcita), sobre las que reposan rocas carbonatadas, seguidas por pizarras arcillosas y, por último, por una serie de pizarras areniscas y cuarcitas.

IX. EL CAMBRICO DE LA PROVINCIA DE BADAJOZ (AL NORTE DE JEREZ DE LOS CABALLEROS) Y DE LAS REGIONES LIMITROFES (ESPECIALMENTE PORTUGAL)

1) Generalidades

En el Mapa Geológico de España, edición de 1955, dentro de la provincia de Badajoz, hay señaladas varias áreas que de E. a W. están indicadas, como se ve en la figura 34 y que vamos a detallar aquí:

1. Zona de gran extensión, de rumbo alargado de W.-NW. a E.-SE. entre Herrera del Duque y Puebla de Alcocer.
2. Complejo extenso entre Don Benito-Castuera-Cabeza del Buey y Orellana la Vieja.
3. Tres zonas estrechas en Zarza de Alange y Alange, al SE. de Mérida.
4. Complejo extenso entre Almendralejo, Zafra, Jerez de los Caballeros, Villanueva del Fresno y Olivenza, que hacia el NW., es decir al W. de Badajoz, se continúa hacia Portugal.

Hasta hace 30 años, en todo este espacio que acabamos de indicar no se conocía en territorio español ningún fósil de edad cámbrica, a pesar de que ya en la prolongación del punto 4, antes citado, existían datos indudables de Vila Boim, en Portugal, al W. de Badajoz. En 1935 E. HERNÁNDEZ-PACHECO cita los primeros hallazgos de arqueociátidos en las calizas de Alconera, al W. de Zafra, y más tarde, en 1955, ROSO DE LUNA y F. HERNÁNDEZ-PACHECO señalan también otros yacimientos de arqueociátidos hacia el W., en la hoja de Burguillos del Cerro. Recientemente se ha logrado hallar trilobites cámbricos indudables en las cercanías de Zafra.

Los hallazgos y además las condiciones litoestratigráficas indican, por lo menos, que parte del complejo número 4 debe considerarse como cámbrico seguro. En los otros 3 puntos antes citados, la clasificación estratigráfica de estos terrenos es incierta. Según mis propias investigaciones, en el llamado cámbrico de la parte oriental de la provincia de Badajoz (puntos 1 y 2), abundan en gran extensión rocas del tipo de las precámbricas. No podemos decir si dentro de ellas o a su lado existe cámbrico

seguro, para lo cual sería necesario realizar investigaciones detalladas. Como estos territorios forman la continuación suroriental de los variscidos de la provincia de Cáceres, podemos contar ya de antemano con que exista también una evolución estratigráfica semejante del cámbrico.

En lo que sigue vamos a describir solamente, pero con mayor exactitud, el cámbrico seguro del SW. de la provincia de Badajoz (zona 4).

2) El cámbrico desde el oeste hasta el sureste de Badajoz

En las diferentes excursiones realizadas a través del ámbito señalado en el mapa al S. y SE. de Badajoz, a lo largo de las carreteras hacia Jerez de los Caballeros y Zafra se obtiene la impresión del sello característico de las rocas cámbricas. Como roca característica cámbrica es aquí la caliza en bancos gruesos, y lo mismo la caliza dolomítica, que toma un color pardo chocolate al meteorizarse, tan semejante a la dolomita de Ribota. Estas rocas pueden servir como «rocas guía» para cartografiar y establecer detalles estratigráficos en nuestros estudios. De estas rocas citan ROSO DE LUNA y F. HERNÁNDEZ-PACHECO (1955 b) de la Sierra de Alconera (hoja núm. 854, Zafra) los siguientes arqueociátidos:

Archaeocyathellus cordobae (SIMON).

Archaeocyathus pachecoi (MELÉNDEZ).

Archaeocyathus sinuosus (BORN).

De la Sierra de Santa María (hoja Burguillos del Cerro, número 853) dichos autores (1955 a) citan:

Dictyocyathus sampelayanus (HERNÁNDEZ-PACHECO).

Archaeocyathus pachecoi (MELÉNDEZ).

Archaeocyathellus cordobae (SIMON).

De las calizas correspondientes de la hoja de Villafranca de los Barros número 825) se citan secciones de *Archaeocyathus* (ROSO DE LUNA y HERNÁNDEZ-PACHECO, F., 1956).

En su parte superior se encuentran unas arcillitas y pizarras arcillosas, calcáreas, de color verde gris a verde oliva, en parte rojizo, por zonas margosas, que ocasionalmente contienen intercalados algunos bancos de arenisca; siguen luego rocas macroclásticas (pizarras arcillosas, areniscas y cuarcitas), sobre las cuales reposa la «cuarcita armoricana».

En Alconera, al W. de Zafra, el estudiante de Geología, LAUS, descubrió en las arcillitas, sobre el horizonte carbonatado, los primeros trilobites cámbricos, y en una excursión hecha en su compañía en el otoño de 1960, encontré yo, por debajo del sitio donde él había recogido los trilobites, nuevas capas con otros trilobites. Estudiando las determinaciones paleon-

tológicas realizadas por el Dr. Sdzuy, se puede decir que se trata sin duda alguna del cámbrico inferior alto, en el cual hay dos bandas de trilobites; a una de ellas, la más antigua, corresponde la fauna del punto A (cementerio de Alconera), que contiene:

Delgadella souzai (DELGADO, 1904)

y formas indeterminables que la acompañan. Del segundo yacimiento, que muestra una fauna más reciente (puntos B y C), se pueden determinar las siguientes especies:

Serrodiscus cf. speciosus (FORD, 1873).

Además, una especie de Protolenide, probablemente muy próxima a *Aldonaia (Protaldonaia) morenica* (SDZUY).

Se deduce así que la fauna muestra relaciones íntimas con las capas de igualdad de la Sierra Morena (Cala, etc.), sobre lo cual volveremos a tratar más adelante.

3) El cámbrico de Vila Boim, en Portugal

Un estudio comparativo de las circunstancias estratigráficas del cámbrico de Portugal, basándome en las nuevas determinaciones y estudios de TEIXEIRA (1956), son de un interés especial, puesto que se trata de una zona que forma hacia el NW. la continuación exacta y del mismo rumbo, de la zona de Zafra.

TEIXEIRA distingue en la región de Elvas (provincia de Alemtejo) dos series: una «superior», calcárea, y otra «inferior», puramente clástica.

Su «serie inferior» es potente y se compone de pizarras, grauvacas y cuarcitas en alternancia y todas de un color verde oscuro-gris. En su parte «superior» se encuentra el horizonte fosilífero de Vila Boim, que consta de pizarras finas, compactas, de color gris azulenco oscuro. En las pizarras y grauvacas aparecen lechos de diabasa, que a menudo pasan, poco a poco, a pizarras diabásicas.

La «serie superior», que consiste principalmente en calizas, es también de gran espesor, pero no tanto como la serie inferior. Las calizas son, en general, grises o gris verdosas, compactas, y a veces de estructura sacaroidea. En la parte baja, las capas de calizas alternan con las de pizarras, según lo cual parece que hay una transición hacia la «serie inferior».

La fauna de Vila Boim fué revisada en 1953 por TEIXEIRA. Según este autor, se trata de las siguientes formas:

Callavia choffati (DELGADO, 1904).

Delgadella souzai (DELGADO, 1904).

Delgadella souzai caudata (DELGADO, 1904).



Hicksia elvensis (DELGADO, 1904).

«*Modiolopsis*» *bocagei* (DELGADO, 1904).

Lingulella delgadoi (WALCOTT, 1912).

Hyolithes lusitanicus (DELGADO, 1904).

Hyolithes, sp.

Se deduce así que la fauna estudiada por TEIXEIRA pertenece con seguridad al cámbrico inferior, al cual ya DELGADO había supuesto que pertenecía. RUDOLF y EMMA RICHTER (1941) señalan que esta fauna muestra una gran semejanza con la fauna de Cala (de la cual ya hablaremos más adelante) y debe paralelizarse con ella. De la misma opinión es HUPÉ (1960, pág. 82), que considera *Callavia lotzei* (R. y E. RICHTER) de Cala, como idéntica con la *Callavia choffati* de Vila Boim y ¿*Bonniella? hispanica* de R. y E. RICHTER del mismo sitio y de la misma especie que *Hicksia elvensis* DELGADO.

En las calizas de la «serie superior» solamente se han encontrado formaciones de algas que DE LIMA describe como *Helviensis delgadoi*.

Basándose en la fauna de la «serie inferior», TEIXEIRA la considera toda del georgiense. La serie caliza que le sigue, según este mismo autor, pertenece o bien a la zona superior del cámbrico inferior o, por lo menos, en parte, al cámbrico medio. HUPÉ (1960, pág. 78) opina de la misma manera y ve en la serie clástica de Vila Boim los equivalentes de la parte más baja y media del cámbrico inferior de Marruecos; en las calizas, en cambio, supone elementos correspondientes a los tramos más altos del cámbrico inferior, mientras que las pizarras de trilobites quedarían en medio de ambas series.

Este concepto de la sucesión estratigráfica de Portugal está en plena contradicción con las circunstancias que concurren en España, sobre todo en la región de Zafra y de Sierra Morena, en donde las faunas de trilobites no están debajo, sino encima, del horizonte calizo y en donde la serie arenoso-pizarrosa de carácter clástico, con diabasas en su parte superior no existe en los tramos inferiores, es decir, en el yacente o muro. Si recordamos cuanto hemos dicho respecto a la concordancia o paralelización de unos yacimientos con otros en la Península, la anomalía ahora señalada de Vila Boim resultaría resuelta si se comprobara que la serie estratigráfica lleva un orden inverso, lo que me induce a suponer que en Vila Boim las rocas están volcadas o invertidas. De esa forma todo estaría en orden, puesto que a juzgar por los datos de TEIXEIRA, a la serie caliza se adosan rocas cristalinas, y a la supuesta serie clástica antigua sigue un silúrico. Si se hiciera esta rectificación, entonces para el cámbrico de Alemtejo resultaría una coincidencia estratigráfica con el corte normal de Zafra, como detallamos a continuación:

3. Serie clástica de areniscas, cuarcitas y pizarras arcillosas con intercalaciones de diabasa.
2. Pizarras de trilobites.
1. Serie caliza.
Yacente o substrato desconocido.

La serie caliza (1) y por lo menos una parte importante de las pizarras de trilobites (2) deben ser del cámbrico inferior. En la parte más alta de las pizarras arcillosas, en todo caso por encima del horizonte fosilífero, debe existir el límite con el cámbrico medio, al cual pudiera pertenecer una parte importante de la serie clástica (3); pero este último horizonte, es decir, la serie clástica, debe de corresponder en su mayor part al cámbrico superior.

X. EL CAMBRICO DE SIERRA MORENA Y DE SUS REGIONES LIMITROFES

1. Generalidades

La existencia de cámbrico seguro en la Sierra Morena está ya demostrada desde el año 1878. Así como CASIANO DE PRADO (1855) señalaba ya en la Sierra Morena el Devónico y el Silúrico, MACPHERSON en 1878 encuentra en la zona de Campayar, en Cazalla de la Sierra, o en Campoallá, entre Cazalla y Constantina, un fósil, que determinado por ROEMER (1878), es descrito con el nombre de *Archaeocyathus marianus*. De este modo se señala el cámbrico por vez primera en el S. de España.

Más tarde, MACPHERSON (1879) hace una descripción detallada de la composición petrográfica del cámbrico en el N. de la provincia de Sevilla. Según este autor, la serie es como sigue:

4. Calizas con *Archaeocyathus*.
3. Pizarras y grauvacas con intercalaciones de diabasa.
2. Pizarras.
1. Conglomerado.
Substrato. Granito y pizarras arcaicas.

Hasta hace pocos años esta estratigrafía establecida por MACPHERSON era la única que se conocía. Autores posteriores (MALLADA, 1880, 1895, 1896; GONZALO TARÍN, 1887), solamente repiten los datos de MACPHERSON.

Las investigaciones de HERNÁNDEZ-PACHECO, Eduardo, (1918) significan un avance importante en el estudio de la Sierra de Córdoba; este autor encuentra en Las Ermitas, Lo Pardo y Rodadero de los Lobos nuevos yacimiento de Arqueociátidos. En 1918, HERNÁNDEZ-PACHECO supone que

estos terrenos comprenden el cámbrico inferior alto, el cual llega hasta el cámbrico medio bajo, y establece la siguiente clasificación:

- Acadiense?: Calizas marmóreas y pizarras violetas y verdes con intercalaciones calcáreas.
- Georgiense: Gruesos bancos de cuarcita con intercalaciones de pizarras arcillosas atravesadas por pórfidos cuarcíferos y diabasas.

En un resumen hecho más tarde con motivo del Cong. Inter. Geol. de Madrid del año 1926, este autor habla solamente del cámbrico medio.

En una excursión geológica del Congreso encontró RUDOLF RICHTER, en las capas de *Archaeocyathus* de la Sierra Morena un filocárido (crustáceo malacostráceo), que en unión de su colaboradora y esposa EMMA, llama *Isoxis Carbonelli*, en honor de los trabajos realizados por CARBONELL en los años 1926 y 1927. CARBONELL pudo seguir los depósitos de arqueociátidos en una distancia de más de 100 km., según el rumbo de las capas que los contenía. RUDOLF RICHTER supone que *Isoxis carbonelli* pertenece al mesocámbrico.

Una nueva división estratigráfica la realiza JUAN GAVALA en 1927. Como se puede ver en la hoja y explicación del Mapa Geológico, a escala 1:50.000 (Cantillana), el mapa solamente señala el cámbrico separándolo entre metamórfico y no metamórfico, sin más detalles. En cambio, en la explicación de la hoja vemos la siguiente división estratigráfica:

Techo o pendiente: Siluriano.

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| Cambriano superior y medio | } | 3. Cuarcitas gris azuladas. |
| | | 2. Pizarras silíceas de color amarillento verdoso, gris oscuro o pardo. |
| | | 1. Caliza marmórea. |

Como vemos, estos tres horizontes los considera del cámbrico medio y del cámbrico superior. Las capas clásticas del substrato de las calizas, que señalan en sus divisiones estratigráficas tanto MACPHERSON como HERNÁNDEZ-PACHECO, aquí no se citan.

En 1937 visité yo esta región, primeramente acompañado por W. HENKE, y luego continué mis estudios independientemente. En 1937 establecí el esquema general que sigue, que hasta ahora no se había publicado.

4. Serie de rocas arenoso-arcilloso-margosas con intercalaciones de diabasa.
3. Margas más puras y pizarras arcillosas.
2. Caliza y dolomita.
1. Serie clástica inferior: areniscas alternantes con pizarras.

Se trataba, en general de un sistema no detallado en el cual se habían de fijar mejor los datos en excursiones posteriores. No obstante, en aquel año 1937, en marzo, me fué posible señalar yacimientos de trilobites en la parte occidental de Sierra Morena, al W. de Cala. Eran así los primeros trilobites del S. de España, y a la vez los primeros fósiles cambrianos, que en esta misma región se habían encontrado al W. del río Viar.

Basándome en afinidades litoestratigráficas, paralelizaba yo el horizonte de calizas y dolomitas con el de Ribota de Celtiberia y la serie clásica la paralelizaba con la serie clásica de las Cadenas Ibéricas Orientales, que lo mismo que allí estaban debajo de la dolomita de Ribota, y lo mismo que en Celtiberia, imaginaba yo que la alternancia de areniscas y grauvacas con las pizarras grises, azules, violetas y verdosas, con un enriquecimiento de caliza en la parte superior, podrían ser los equivalentes de las capas abigarradas del Jalón. En las margas de trilobites que sucedían a las calizas, veía yo equivalentes a las margas de trilobites Celtibéricas, sobre todo afines a las capas de Murero. La serie superior volcánica significaba para mí un hecho nuevo, puesto que en Celtiberia no había observado nunca estos materiales últimos. Provisionalmente asignaba yo al cámbrico superior este yacimiento.

En cuanto a la fauna de trilobites de Cala, al principio, antes de su estudio, teniendo en cuenta su posición en el corte general de cámbrico, y comparándola con las capas que se consideraban mesocámbricas de *Isoxis carbonelli* de la Sierra de Córdoba, pensaba que lo más probable sería su edad mesocámbrica también, y en este sentido lo comuniqué en una reunión que hubo en Santander (LOTZE, 1938). Pero los estudios de R. y E. RICHTER (1941) lo situaron después en el cámbrico inferior alto. De este modo la serie de volcanitas del pendiente, es decir, de la parte alta, resultaban mesocámbricas o incluso de la parte más alta del cámbrico inferior.

A fin de aclarar en detalle estas circunstancias induje a los señores WOLFGANG FRICKE, HARRAS SCHNEIDER y WILHELM SIMON a realizar estudios detenidos con objeto de preparar así sus respectivas disertaciones doctorales. Esto dió lugar a interesantes resultados, en donde las investigaciones de FRICKE y SCHNEIDER confirmaban en lo fundamental mis opiniones anteriores, mientras que la de SIMON estaba en contradicción con los resultados obtenidos por los demás doctorandos, sobre todo en cuanto a la edad de la serie de calizas y dolomitas. SIMON las consideraba del mesocámbrico o del cámbrico superior bajo, de lo cual resultaba que las margas de trilobites que le sucedían estratigráficamente, basándose este autor en la fauna de *Saukianda*, hallada por él en Alanís, las suponía incluso del cámbrico superior.

Como SIMON (1950-1951), a pesar de las objeciones que yo le mani-

festé (LOTZE, 1942) respecto a la edad de éstas, persistía en su opinión, en 1952 inicié por mi parte nuevas investigaciones en la misma región, a la que siguieron estudios posteriores hasta el año 1960; entonces tuve ocasión de hallar nuevos yacimientos y obtener resultados interesantes, tanto desde el punto de vista paleontológico como desde el estratigráfico. Los resultados dieron una concordancia armónica, tanto estratigráfica como paleontológica, en el cámbrico del S. de España, no solamente en relación con la mitad meridional de la Península, sino en cuanto a las conexiones de este cámbrico con el resto de la Península.

Voy a estudiar más en detalle las regiones por mí estudiadas después, guiándome por los dominios de ciertos tipos o por los cortes estratigráficos: 1. Cala; 2. Ambito Llerena-Guadalcanal-Azuaga; 3. Corte al S. de Guadalcanal; 4. Corte Alanís-Cazalla de la Sierra.

Añadiremos también algunas observaciones, agregadas después, que se refieren a la parte oriental de la Sierra Morena y a la parte occidental de la Sierra de Aracena.

2) Descripción de las regiones antes establecidas

1. Serie cámbrica en el contorno de Cala

α) División estratigráfica

SCHNEIDER (1939, pág. 7; 1941, pág. 6) establece la siguiente división estratigráfica para esta región:

6. Rocas verdes de Umbria-Pipeta (cbD).
5. Capas de Rincón (cbQ).
4. Margas de Herrería (cbM).
3. Calizas de Cañuelo (cbK).
2. Capas abigarradas de Arroyomolinos (cbS).
1. Capas de Los Boñales (cbB).

β) Litoestratigrafía

Los horizontes 1 y 2 de SCHNEIDER corresponden a la «serie clásica inferior» de mi división (LOTZE, 1937). La subdivisión establecida por SCHNEIDER en el cámbrico de Cala parece justificada, pero no se puede transponer a todo el resto de la Sierra Morena. Las distintas capas están caracterizadas por SCHNEIDER como sigue:

1. Las capas de Los Boñales (cbB) se componen de algunos cientos de metros de cuarcitas, pizarras arcillosas, grauvacas y pizarras grauvácicas. SCHNEIDER (1941, pág. 6), describe:

«Las cuarcitas son en parte claras y compactas, en parte oscuras o ban-

deadas. Las pizarras arcillosas son de color claro azul mate y al contacto dan la sensación de ser ligeramente crasas. En cuanto lo permite su intensiva tectónica, se puede establecer la serie siguiente:

Techo:	Capas abigarradas de Arroyomolinos.
Capas de Los Bonales:	Grauvacas. Pizarras arcillosas. Cuarcitas.
Muro o yacente:	Discordancia precámbrica. ; Precámbrico?

2. Para las «capas abigarradas de Arroyomolinos» de SCHNEIDER se adapta bien lo que yo había establecido en la serie del substrato de las rocas carbonatadas: algunos cientos de metros de areniscas y grauvacas en bancos gruesos, que alternan con pizarras grises verdosas y violetas. Hacia el techo, la proporción de cal se hace mayor. Este horizonte, por medio de pizarras fuertemente calcáreas, que al meteorizarse dan la típica estructura de las calizas rizadas, pasan a la serie de carbonatos (LOTZE, 1937). Este tramo muestra muchas secuencias, según LOTZE. En 1939, página 8, SCHNEIDER nos describe la «sedimentación rítmica» de un modo bien certero:

«Comienza con un depósito de elementos gruesos; el límite inferior de los bancos de grauvaca es casi siempre de grano grueso, que puede pasar a microconglomerado fino; se observa que las grauvacas de grano grueso pasan por transición lenta a otras grauvacas más finas, éstas a areniscas y areniscas arcillosas y, por último, a una arcilla fina. Luego, de un modo brusco, reaparece la sedimentación gruesa y revelan así en los sedimentos de arcilla fina, detalles tan interesantes como son los surcos, las pistas de reptación, las galerías de los gusanos, las ondulaciones de los rippelmarks, etc., de tal modo que todos estos signos sedimentarios se conservan bien en forma de moldes o contra moldes en la cara inferior de los bancos de grauvaca».

Estos bancos de grauvaca son de espesor variable, de 0,2 a 8 m., pero en general, de 0,5 a 1 m. Las intercalaciones de pizarras tienen un espesor de varios dm. e incluso de varios m. Son de un color gris mate azulenco a gris rojizo y en parte muestran una estratificación fina y a veces una estructura de caliza rizada.

3. El horizonte siguiente de rocas carbonatadas, que SCHNEIDER denomina «calizas de Cañuelo» (cbK), lo había caracterizado yo en 1937 como una serie de unos 200 m. de potencia de bancos gruesos, constituidos por calizas marmóreas, en parte dolomíticas de grano cristalino grueso, en donde se intercalaban las margas. SCHNEIDER (1939, pág. 9) lo des-

cribe como una serie de calizas y margas alternantes de unos 250 m. de potencia, y expone el siguiente corte normal:

Techo: Margas rizadas.

- Unos 30 a 40 m. Calizas alternantes con margas, color azul-gris o gris; al meteorizarse toman color pardo, microcristalinas, finamente bandeadas o en bancos finos, en parte con bandas arcillosas que se acuñan, nódulos de corneana; el espesor de los bancos va de 1 a 10 m.
- Unos 80 m. Calizas y mármoles en parte dolomíticos a ankeríticos y con nódulos de corneana. Predominan los colores gris azulado a veces blanco, rojizo, verdoso, que al meteorizarse dan una estructura de granos gruesos y un color de chocolate. Los bancos tienen de 20 a 200 centímetros, en parte también en masa.
- Unos 20 m. Calizas algo arcillosas. Al meteorizarse son de color amarillento y menos intenso cuando pardean. En general, aparecen tableadas estas calizas y son de grano fino y con bandas finas. Los espesores de los bancos oscilan entre 20 y 100 cm.
- Unos 25 m. Margas con algunos bancos de caliza. Las margas, al meteorizarse, toman un color gris azul. Calizas, en general, amarillentas o pardas al meteorizarse; llegan a tener un espesor de 50 cm.
- Unos 30 m. Caliza arcillosa, con intercalaciones de bancos de caliza más pura. En lo demás, como lo ya descrito arriba. La estratificación va de 1 a 20 cm. en los bancos.
- Unos 70 m. Calizas arcillosas, con intercalaciones de bancos de arcilla y de marga; color azulado-gris, que al meteorizarse se hace pardo, sobre todo en las arcillas de grano medio bandeado a bandeado fino. En la parte baja aparecen bancos de caliza arenosa. Los bancos tienen de 3 a 30 cm. de espesor.

Substrato: Capas con estructura rizada.

4. Las margas de Herrerías de SCHNEIDER (cbM) corresponden a las margas y pizarras arcillosas del horizonte 3, que en 1937 había descrito yo como sigue: «Las capas con estructura de caliza rizada pasan a los depósitos margosos de color gris-verdoso a violeta, que contienen numerosos restos de trilobites.» SCHNEIDER (1939, pág. 12) da la siguiente división:

Margas abigarradas con banda *Serratus* (cbM3).

Bandas grises predominantes con margas lineadas (cbM2).

Margas o capas de estructura rizada (cbM1).

α Las capas de 40 a 50 m. de potencia de SCHNEIDER son, en su mayor parte, margas rizadas, grises o azul-gris, en donde aparecen intercalados en lechos los nódulos calizos de forma lenticular.

β Las margas bandeadas con un espesor de 220 m., de fractura conoidea, de color gris-verdoso, tienen en su base intercalaciones de 30 a 50 cm. de bancos de grauvaca calcárea. Las margas son de estratificación fina y aparecen bandeadas por lechos o capas de 0,2 a 5 mm. de arenisca o de caliza margosa.

γ Las «margas abigarradas con banda de *serratus*» ocupan los 130 metros de las margas de Herrerías. Tienen un color llamativo por su intensidad y brillo, con frecuencia de color rojo-violeta a rojo. En la parte más alta, SCHNEIDER pudo observar también pizarras margosas de color verdoso oliváceo. El material, en conjunto, es de aspecto más fino que en el dominio de las «margas bandeadas» y falta aquí el componente arenoso.

5 y 6. Hacia la parte superior sigue un material clástico (horizonte 4 de mi división), que yo en 1937 describía como sigue: «La transición del horizonte anterior se realiza poco a poco, viéndose que las pizarras se hacen cada vez más arenosas y disminuye la caliza. Siguen inclusiones de diabasas y, por último, una potente serie de este mismo material, con algunas intercalaciones de pizarras». De este modo se pudo comprobar que existía un nivel inferior, libre todavía de vulcanitas, y otro superior, en donde abundaba el material eruptivo. Esta misma división la presenta SCHNEIDER, si bien dándole nombres distintos a los términos por mí definidos.

5. «Capas de Rincón» (cbQ), que, según SCHNEIDER, tienen 350 m. de espesor: son cuarcitas, areniscas cuarcíticas y pizarras arenosas y micáceas. En su parte inferior, que tiene unos 30 m. de espesor, se encuentran bancos de cuarcita con intercalaciones de pizarras arcillosas de color gris verdoso, que toman un color amarillento-verdoso al meteorizarse. Las cuarcitas son de color gris, de grano fino, compactas, y sus bancos alcanzan espesores de hasta 0,6 m. «En la parte superior, los bancos de cuarcitas se hacen cada vez más delgados y, por último, la roca queda solamente reducida a pizarras arcillosas, más o menos arenosas, ricas en mica, de color verdoso o amarillento al meteorizarse. Su estratificación es irregular y muestran un aspecto veteado debido a la desigual distribución de la arena y de la mica» (SCHNEIDER, 1939, pág. 16). La zona más alta se compone de pizarras arcillosas, aunque en parte quedan todavía arenosas y micáceas. Aquí aparecen dos o tres intercalaciones locales

de mantos de diabasa efusivos de hasta 30 ó 40 m. de espesor, que el autor considera como los precursores de la potente serie de materiales verdosos que le sigue.

6. Las «rocas verdes de Umbría-Pipeta» (cbD), a las que SCHNEIDER supone un espesor de 150 a 250 m., están constituidas por rocas verdes con escasas intercalaciones de pizarras arcillosas y arcillo-arenosas de color gris verdoso y algunas calizas subordinadas. «Las rocas verdes se componen de diabasas, glándulas diabásicas almohadilladas, tobas diabásicas, pofiroides diabásicos, etc. La distribución de todos estos materiales es bastante irregular» (SCHNEIDER, 1939, pág. 17).

En Ribera de Hierro, al S. de Cala, SCHNEIDER da el siguiente corte de la parte más baja de la serie:

	Techo: Ordovícico.
	—— Falla ——
15,0 m.	Toba diabásica.
8,0 m.	Pizarra talcosa que al meteorizarse toma un color blanco mate, brillante.
30,0 m.	Toba diabásica con algunas intercalaciones delgadas de pizarras arcillosas algo micáceas, bandeadas, de color verde sucio.
4,0 m.	Pizarras arcillosas amarillentas.
—— 35,0 m.	No aflorantes ——
40,0 m.	Toba diabásica.
0,2 m.	Caliza.
5,0 m.	Glándulas diabásicas almohadilladas.
20,0 m.	Toba diabásica.
20,0 m.	Diabasa compacta.
Muro o yacente:	Capas de Rincón.

γ) Bioestratigrafía

Lo más interesante desde este punto de vista es el hallazgo de trilobites en las margas de Herrerías. Los trilobites antiguos se encuentran en la parte de las margas bandeadas (cbM2), y los más recientes, en las margas abigarradas (cbM3). Del primer grupo procede la mayor parte de los fósiles que yo, en marzo del año 1937, pude encontrar en la carretera de Arroyomolinos a Cañaveral, al pie de la Sierra de El Bujo. El punto de hallazgo lo volvió a estudiar y utilizar SCHNEIDER algo más tarde, recogiendo todavía material fosilífero. Según este autor, en las margas abigarradas, los trilobites se localizan en un paquete de capas de 2 a 8 metros de espesor, en la serie que llamamos «banda *serratus*», que se encuentra

a unos 50 metros por debajo del límite superior de las margas de Herre-rías, como ocurre al S. de la Sierra Labrados y de la Sierra del Vino Caro. Encontré aquí una primera fauna junto al puente, inmediatamente cerca de Arroyomolinos, que no figura en el mapa de SCHNEIDER. Este autor, en cambio, pudo continuar el hallazgo de la banda *serratus* más allá. En conjunto, logró encontrar SCHNEIDER restos de trilobites en más de veinte sitios distintos.

1. En el «horizonte de las pizarras bandeadas de las margas de Herre-rías» (cbM2), SCHNEIDER encuentra la siguiente fauna:

Eodiscus (Weymouthia) caudatus (DELGADO, 1904).

¿*Callavia? lotzei* (R. y E. RICHTER, 1941).

¿*Bonniella? hispanica* (R. y E. RICHTER, 1941).

Protolenus schneideri (R. y E. RICHTER, 1941).

Protolenus, sp.

Triangulaspis cf. annio (COBBOLD, 1910).

¿*Atops? calanus* (R. y E. RICHTER, 1941).

Stenotheca rugosa (HALL).

Más tarde, SDZUY pudo ampliar la lista añadiendo los siguientes trilobites:

Calodiscus cf. schucherti (MATTHEW).

Gigantopygus cf. bondoni (HUPÉ, 1953).

En carta de SDZUY, en vez de *Eodiscus caudatus* se trata de *Delgadella souzai*. Según HUPÉ, ¿*Callavia? lotzei* es probablemente idéntico con *Callavia choffati*, y ¿*Bonniella? hispanica* con *Hicksia elvensis*. De todo esto resultaría que el horizonte cbM2 contiene tres trilobites importantes que son comunes también con la fauna de Vila Boim.

2. La banda *serratus* (cbM3) dió las siguientes formas:

Eodiscus (Serrodiscus) serratus (R. y E. RICHTER, 1941).

Eodiscus (Serrodiscus) cf. speciosus (FORD, 1873).

Eodiscus (Eodiscus) llarenai (R. y E. RICHTER, 1941).

Eodiscus, sp.

Triangulaspis vigilans (MATTHEW, 1899).

Scenella reticulata (BILLINGS, 1872).

Hyalithes, sp.

Respecto a esta fauna, SCHNEIDER dice: «Es característica la presencia en masa de *Eodiscus (Serrodiscus) serratus* (R. y E. RICHTER) y *Eodiscus (Serrodiscus) speciosus* (FORD). Solamente en un punto he podido hallar *Strenuaeva*. La banda se continúa por la parte S. de la región estudiada mostrando sus horizontes bien definidos. Aparece siempre en los

sitios en donde cabría esperar la estructura especial de anticlinales y sinclinales de estas capas aquí plegadas».

No hay duda ninguna en atribuir esta asociación faunística al cámbrico inferior alto. Sobre su posición estratigráfica más exacta hablaremos más adelante.

3. La presencia tan frecuente de pistas en las «capas del Rincón» es muy típica de este nivel y son tan numerosas que llegan a formar, bien apretadas, las superficies de las capas. SCHNEIDER (1939) cita *Cruziana*, *Vexillum* y otros.

2. La serie cámbrica entre Llerena-Guadalcanal y Azuaga

α) División estratigráfica

El corte normal que en 1937 di para el cámbrico de Sierra Morena se basaba también en observaciones recogidas en el espacio comprendido entre Monasterio, Llerena y Guadalcanal. Aquí encontré también, entre Pallares y Llerena, mis primeros trilobites cámbricos al E. de la Carretera Nacional Sevilla-Mérida.

El estudio de las circunstancias tan especiales de esta zona lo emprendió W. FRICKE en su propósito de obtener el grado de Doctor en Geología. Su trabajo no llegó a publicarse en la Universidad de Berlín en 1940. En la página 6 de esta obra, todavía no impresa, FRICKE establece la siguiente división litoestratigráfica de la serie cámbrica, de arriba abajo:

6. Pizarras arcillosas verdosas azulencas en la parte superior, pasando a intercalaciones con bancos de cuarcita ... Capas de Benalija.
5. Calizas y pizarras en formación alter-nante variable Calizas de Agua.
4. Pizarras arcillosas bandeadas Capas de Estebayanes
3. Cuarcita Cuarcita de Valverde.
2. Conglomerado Conglomerado de Sotillo.
1. Serie de Malcocinado

β) Litoestratigrafía

1. Las capas más antiguas de la región, que FRICKE nombra «serie de Malcocinado», afloran en una zona estrecha al NE. de la línea del ferrocarril Llerena-Guadalcanal. Se trata de porfiroides, probablemente procedentes de las porfiritas cuarzosas. En cuanto a su edad, FRICKE no se decide por darles una determinada, sino que le parece que la falta de una discordancia respecto a las rocas cámbricas que se le superponen le

hacen pensar en la presencia de una serie estratigráfica sucesiva, y por consiguiente, en contra de la edad precámbrica, de estas capas. Por mi parte diré que este argumento no es sostenible, puesto que en algunas regiones, como por ejemplo, en la España Central, existe también una transición entre el precámbrico y el cámbrico, como se puede ver en las páginas anteriores.

2. Los conglomerados de Sotillo pasan a las capas de Malcocinado en transición lenta; al principio hay pocos cantos rodados, y luego van aumentando en espesor y en frecuencia, y por último, llegan a constituir un conglomerado de uno 200 metros de espesor. Los cantos rodados de tamaño de un huevo a un puño son los que predominan; están constituidos por cuarcitas grises de grano fino y por granitos de grano grueso poco afectados por presiones; además, se encuentra una pequeña cantidad de pórfidos que proceden de las capas de Malcocinado.

El cemento, fuertemente compacto, contiene muchos granos de cuarzo que están cruzados por vetas de sericita. En el límite superior de la serie, las las inclusiones disminuyen en número y tamaño, intercalándose así lechos de arena gruesa, pero estrechos, con lo cual vemos aquí por primera vez una estratificación en esta zona.

3. La «cuarcita de Valverde» de FRICKE es, en general, compacta, de color gris azulado, de 50 a 100 metros de espesor, que le da una pátina de meteorización de color gris pardo; los granos de cuarzo están acompañados en escasa cantidad por feldespatos poco redondeados. La constitución petrográfica es homogénea; falta la estratificación entrecruzada, así como la fina; sin embargo, se pueden distinguir de vez en vez bancos separados unos de otros por distancias de 30 a 40 centímetros. La cuarcita parece que no es constante, sino que aquí y allá, los conglomerados en masa de Sotillo pasan hacia arriba a una pizarra gris azulada de grano fino arenosa, al principio dura, y que luego se convierte en las pizarras del tipo del horizonte que le sigue.

4. Sobre la cuarcita o en los sitios donde es reemplazada por el conglomerado de Sotillo, según FRICKE, se desarrollan las «capas de Estebayanes», que llegan a tener 400 metros de espesor, son de color gris azulado y contienen de cuando en cuando bancos de caliza en forma de lentejones. En parte, muchos de estos lentejones se encuentran en contacto directo con la base. En algunos sitios pueden llegar a alcanzar un espesor de unos 20 metros. Tanto en el techo como en el muro de las calizas se encuentran con frecuencia capas de estructura rizada de hasta 7 metros de ancho, que en realidad son debidas a nódulos calizos incluidos en la pizarra.

El carácter más importante de la parte media de la serie pizarrosa es, según FRICKE, la presencia de capas que apenas en muchos sitios pa-

san de un metro de espesor, ordenadas en una alternancia de pizarras oscuras y arenas que al meteorizarse toman un color claro, y que forman, así una típica estratificación bandeada. Además de las calizas, se encuentran intercalaciones de bancos de grauvaca con espesores que llegan hasta los dos metros.

Hay que anotar que los llamados lentejones de caliza, a mi modo de ver son calizas, en efecto, pero replegadas y embutidas y procedentes del horizonte siguiente.

5. La «caliza de Agua» corresponde estratigráficamente a las de Cañuelo, de la región de Cala de SCHNEIDER, pero que ofrece un carácter distinto entre Azuaga, Llerena, Guadalcanal y Alanís. Su composición varía de un lado para otro, en esta serie que según dice aquel autor tiene un espesor de unos 300 metros. El espesor de las partes calizas varía desde los bancos delgados a los de 20 a 30 metros de potencia, compactos. Lo mismo ocurre con la proporción de arcilla y caliza en donde en unos sitios domina la arcilla, en otros la caliza. Igual circunstancia ocurre en el rumbo o dirección de las capas. Los lentejones delgados llegan a ensancharse en algunos otros sitios hasta formar masas compactas, mal definidas o en otros sitios separadas en bancos que representan la serie completa de toda la formación. Por consiguiente, no se puede obtener un perfil o corte definido para este tramo calizo. En general, la caliza tiene colores claros con variaciones que van del blanco al amarillo y al gris. Típico de todas ellas es la parte inferior de la serie, en donde hay una alternancia fina de capas blancas, ricas en caliza, que alternan con otras oscuras débilmente arcillosas.

6. Las «capas de Benalija», según FRICKE, forman una transición de unos 20 metros de espesor, que procedentes de las del tramo anterior se desarrollan disminuyendo rápidamente el material calcáreo de la caliza de Agua. Se pueden dividir en un tramo inferior y otro superior de unos 50 metros de alternancias de pizarras con bancos de arenisca cuarcítica.

La pizarra de la parte inferior tiene un color verdoso gris; las capas están regularmente estratificadas, de un palmo de grueso, más o menos, y no contienen material grueso ninguno. En la parte superior, en cambio, se presenta la arena, primero en forma de lentejones paralelos, que poco a poco llegan a constituir bandas estratificadas margosas y arenosas. 200 m. sobre el límite inferior aparecen numerosas escamitas de biotita, que, arrastradas por las corrientes, llegaron a acumularse en las desigualdades de la superficie de las capas. Al mismo tiempo aumenta también la cantidad de arena.

El resto, que según FRICKE es de unos 50 m. de espesor, de lo que

queda de las capas de Benalija, se caracteriza por la sucesión regular de areniscas y cuarcitas. Al principio son de espesor pequeño, pero llegan a ser de 1,50 m. Las capas posteriores, según FRICKE, faltan en esta región.

γ) Bioestratigrafía

FRICKE no ha podido encontrar fósil alguno determinable en estas capas cámbricas. Los primeros hallazgos próximos se encuentran bastante más abajo, al S.

3. La región entre Llerena-Pallares-Cazalla de la Sierra y Alanís

a) Generalidades

La región que acabamos de describir está limitada en su parte meridional por una banda de calizas que pasan de Alanís por Guadalcanal hacia Llerena y desde allí se continúa hacia Zafra. Al SW. de esta Sierra caliza se extiende una zona de unos 15 kms. de ancho, en parte llana, en parte montañosa, con cerros formados por margas arcillosas; en parte arenosas, también de edad cámbrica, pero que son posteriores a la serie caliza. Por la parte SE. se continúa la serie cámbrica desde Zafra y pasa hacia el cámbrico fosilífero de Vila Boim, de tal manera que se puede continuar su estudio en una zona de más de 200 kms. de extensión. En el espacio entre el SW. de Llerena, el SW. de Guadalcanal y el SW. de Alanís, la zona alcanza una importancia estratigráfica especial, puesto que allí es muy rica en fósiles. Las circunstancias que aquí existen se pueden estudiar a fondo en 3 tramos. Uno al W. y a lo largo de la carretera Llerena-Pallares, otro al SW. y S. de Guadalcanal, en la carretera de Guadalcanal a Cazalla de la Sierra y, por último, un tercero al E., entre Alanís y Cazalla.

α) Litoestratigrafía

El terreno más antiguo es el que se encuentra inmediatamente al SW. del Valle del Viar, que está constituido por una alternancia de materiales clásticos, en donde los bancos de cuarcita se intercalan en otros de areniscas y pizarras arcillosas. Esta serie ofrece un sello muy característico y limita, por el NE., a lo largo de una falla importante, con terrenos más recientes, pero por el SW. se hace normal y yace bajo una serie caliza que primeramente está constituida por arcillitas arenosas, en parte, y bancos calizos, pero que luego se convierten en calizas puras alternantes con margas.

Hacia el S. se adosan las plutonitas, que cortan de través la continuación de la serie estratigráfica. En las proximidades de Llerena alcanza

una importancia grande el corte. La serie caliza, interrumpida por algunas intercalaciones de margas, aflora de nuevo. Se trata de la «caliza del Agua», según la denominación de FRICKE.

En su techo se encuentra, por el SW., primeramente una serie de rocas margo-arcillosas de poco espesor y que muy pronto pasa a otra clásica. El espesor de esta serie es bastante importante, pero los plegamientos de los estratos no dejan reconocer con toda claridad la sucesión estratigráfica.

A uno y otro lado del río Viar comienza una serie que morfológicamente está definida como una depresión del terreno, en la que se encuentran pizarras arcillosas y margosas, en parte de color rojizo, en parte gris verdoso.

Aunque la conexión de unas con otras de las capas no está del todo clara, se puede, no obstante, obtener el siguiente corte como el más probable, de arriba abajo:

4. Serie superior clásica: Pizarras arcillosas con paquetes de arenisca.
3. Serie de pizarras arcillosas y margosas.
2. Serie carbonatada:
 - b) Calizas bastante puras.
 - a) Alternancia de calizas y margas.
 1. Serie clásica inferior: Alternancia en bancos bien definidos de areniscas y pizarras.

Es posible que el horizonte 3 esté dividido por una serie arenosa en dos tramos de carácter pizarroso.

β) Bioestratigrafía

En la serie que acabamos de describir a lo largo de la carretera Llerena-Pallares hay trilobites en tres puntos:

El primer yacimiento se encuentra cerca de Llerena, en una pequeña trinchera de la carretera. Los pocos restos de trilobites sólo permiten una determinación genérica aproximada:

¿*Strenuaevea?*, sp. indet.

El segundo yacimiento se encuentra en el N. del Valle del Viar, en una trinchera de la carretera al N. del Puente del Viar, a unos 100 metros al SW. del km. 23 de la carretera. Aquí se encuentran pizarras margosas, rojizas y otras de color gris-verdoso a ligeramente verdoso-amarillento por alteración, y todo ello contiene abundantes trilobites. En las colectas que hice en los distintos años (1952, 1954, 1955, 1958), entre otros fósiles, he encontrado:

Serrodiscus speciosus (FORD, 1873).

Aldonaia (Protaldonaia) morenica (Sdzuy, 1961).
 ¿*Aldonaia*? (*Protaldonaia*) *morenica* (Sdzuy, 1961).
Scenella, sp.

El tercer yacimiento se encuentra en las pizarras de color rojizo, dominante, un poco más al S., al otro lado del puente sobre el río Viar. Aquí, en 1937, encontré dos restos de trilobites que, según RUDOLF RICHTER, en su carta los consideraba de la fauna del cámbrico inferior y de la «banda serratus» (cbM3).

Estos tres yacimientos se encuentran en la serie 3 de las pizarras arcillosas y margosas, en la parte superior de la serie carbonatada. Las capas del yacimiento 1 deben ser más antiguas que las del yacimiento 2. El yacimiento 3 debe estar, en cuanto a su edad, entre estos antes citados.

c) Corte Guadalcanal-Cazalla de la Sierra

α) Litoestratigrafía

Semejante al corte que acabamos de describir al SW. de Llerena, aparecen también al S. de Guadalcanal las capas más antiguas, inmediatamente al SW. de una gran falla que acompaña la depresión del valle de Benalija en su lado SW. Están constituidas por bancos bien definidos de cuarcitas y areniscas, con delgadas intercalaciones de pizarras arcillosas. Por la parte del techo de esta serie, hacia el SW., sigue una serie de varios cientos de m. de espesor de arcillitas estratificadas, de color gris-verdoso sucio, que tienen intercalaciones de bancos de margas y caliza y de vez en cuando también de arenisca. Se encuentra a lo largo de la carretera de Cazalla, en la vertiente N. de los cerros de alrededor, que acompañan por el S. a la depresión de Benalija, y muestran unos afloramientos muy claros.

En su parte superior siguen calizas, más puras hacia el S., que corresponden a las «calizas de Agua» de Guadalcanal. Estas mismas calizas atraviesan también, en forma de un estrecho anticlinal, la carretera Guadalcanal-Cazalla, a 1,5 kms. al N. del puente sobre el río Benalija.

Sobre las calizas de Agua, al S. de Guadalcanal, aparecen primeramente arcillitas y margas blandas y luego sigue una serie de pizarras grauváquicas con intercalaciones de grauvacas y bancos de arenisca, a los cuales vuelven a unirse arcillitas y margas en parte de color abigarrado.

Sigue después, en la parte del techo, una alternancia de pizarras arcillosas con bancos delgados de cuarcita y de arenisca. Esta serie forma el núcleo de la gran zona sinclinal entre las alineaciones calizas de Alanís-Guadalcanal-Llerena, por el NE., y la zona de fallas, por el SW. del valle de Benalija.

En conjunto, el corte estratigráfico que obtenemos aquí (de arriba abajo) es como sigue:

7. Serie arenosa superior.
6. Pizarras arcillosas y margosas.
5. Pizarras grauváquicas gris-verdoso con intercalaciones de arenisca.
4. Pizarras arcillosas puras, abajo margosas.
3. Serie caliza.
2. Serie de pizarras calcáreas bandeadas.
1. Alternancia de bancos de cuarcita, arenisca y pizarras arcillosas.

β) Bioestratigrafía

FRICKE (1940), que se hallaba todavía estudiando la parte N. de la serie, supone que estos terrenos son pobres en fósiles. Solamente consiguió encontrar en dos sitios restos de trilobites.

El primero se encuentra al S. de Guadalcanal, en la cresta de la Sierra del Agua, en un paquete de pizarras entre calizas del Agua. R. y E. RICHTER determinaron este resto como una mejilla de ¿*Saukianda? andalusiae*. El hallazgo no tiene ninguna importancia bioestratigrafía, primero por la inseguridad de la determinación, y segundo, porque lo más probable es que resulte que la pizarra que contenía el resto de fósil no esté intercalada estratigráficamente en la caliza de Agua, sino que pertenezca a una cobijadura tectónica.

En cambio, es de importancia la fauna del otro yacimiento, que según FRICKE se encuentra a 4 km. al SW. de Guadalcanal, en la carretera a Cazalla. Las capas pertenecen, según este autor, a la parte alta de la serie de capas inferiores de Benalija. FRICKE pudo obtener algunos ejemplares, que después fueron determinados por RUDOLF y EMMA RICHTER:

Strenuella (Strenuaevea) sampelayoi (R. y E. RICHTER, 1940).

Saukianda andalusiae (R. y E. RICHTER, 1940).

¿*Camaraspis? guillermoi* (R. y E. RICHTER, 1940).

En el mismo punto, que es una pequeña trinchera en la carretera de Guadalcanal a Cazalla, inmediatamente al SW. del puente sobre el arroyo que viene del N. cerca del borde de la hoja 899 (Guadalcanal), también encontré yo en 1960 restos de trilobites, pero que según dice Sdzuy, son indeterminables.

El año 1955 he hechos también otros hallazgos acompañado por Sdzuy, a unos 3 kms. al S.-SE. del sitio que acabamos de describir, hacia el NE. de la cota 497, situada en el curso inferior del arroyo del Tamujar, en el lado oriental del Valle. Este cerro se compone de calizas del tramo 3; hacia el N., después de una falla, aparecen pizarras más blandas,

luego otras ásperas, arenosas con intercalaciones de arenisca y grauvaca. En la parte superior, y en colectas posteriores, Sdzuy ha podido determinar:

Andalusiana cornuta (Sdzuy, 1961).
Termierella seviliana (Sdzuy).
Termierella, sp. A y sp. B.
Termierella latifrons (HUPÉ, 1953).
Perrector, sp. indet.
Triangulaspis, sp.
Hyalithes.
 Braquiópodos córneos.
 Espículas de esponjas.

Hacia el N., hacia el techo o parte superior de la serie, siguen pizarras ásperas de color rojizo, que luego se torna verdoso y la roca se hace pizarra gruesa o arenisca margosa; en ésta se han encontrado algunos ejemplares de:

Eodiscus (Serrodiscus) speciosus (FORD, 1873).

Así resulta que en esta serie tenemos tres faunas que corresponden a distintos niveles estratigráficos. Si atendemos a lo que nos dice la serie estratigráfica, la fauna con *Andalusiana cornuta* sería de la parte alta del tramo 5; la fauna con *Eodiscus speciosus* correspondería a la parte media de la capa u horizonte 6, y la fauna de *Saukianda andalusiae* y *Camaraspis guillermoi* sería la parte más alta de esta última.

Guiados por estas determinaciones paleontológicas podríamos señalar la presencia de tres bandas de trilobites, contadas de arriba abajo:

3. Banda *Saukianda guillermoi*.
2. Banda cf. *speciosus*.
1. Banda *cornuta seviliana*.

Sobre las relaciones de estas faunas entre sí y respecto a otros dominios de la Sierra Morena hablaremos más adelante.

d) Corte Alanís-Cazalla de la Sierra

α) Generalidades

En las excursiones que he hecho en compañía de SIMON el año 1937, que me llevó a su zona de trabajo para hacer su tesis doctoral, me llamaron la atención las capas cercanas a la estación de Alanís y me hicieron suponer la presencia de equivalentes de las capas de Murero, y me decidí a indicarle que estudiara con detenimiento aquel sitio. Más

tarde SIMON descubrió restos de trilobites. Finalmente, en 1938, SIMON, acompañado por RUDOLF RICHTER, encontró el yacimiento y obtuvo una cantidad abundante de restos fosilíferos que este último autor estudió. Se trataba de la «fauna de Saukianda», objeto de las publicaciones que hicieron RUDOLF y E. RICHTER (1940-1949) y SIMON (1950-1951). Las obras de estos autores fueron objeto de discusión, como antes hemos dicho, y que entre tanto había encontrado también FRICKE al S. de Guadalcanal. En 1952 empecé por mi parte nuevas investigaciones sobre esta región, lo que motivó el descubrimiento de nuevos nidos de fósiles y colectas importantes también de ellos.

W. SIMON (1951) obtuvo el siguiente corte litoestratigráfico del cámbrico en la región al N. de El Pedroso:

5. Arcosas bastas, 300 m.: Cámbrico ¿superior? a ordovícico.
4. Capas abigarradas de Alanís, 500 a 700 m.: Cámbrico superior.
3. Caliza de *Cryptozoon*, más de 100 m.: Cámbrico superior bajo.
2. Capas de Campoallá (en sentido general), 600 a 900 m.: Cámbrico medio.
1. Capas del Tambor, 1.000 m.: Cámbrico ¿inferior?

Esta división estratigráfica sólo en parte se confirmó por mis propias investigaciones; así, por ejemplo, la serie de «arcosas bastas» del horizonte 5, en la región tipo al N.-NW. de Constantina, no es ni cámbrico ni ordovícico, sino que yace discordante y es carbonífero transgresivo. Otras partes de la serie pudieron subdividirse, resultando, según mis investigaciones, una nueva división, que comprende 7 tramos:

7. Pizarras superiores de trilobites.
6. Serie arenoso-arcillosa.
5. Pizarras inferiores de trilobites.
4. Rocas carbonatadas.
3. Pizarras bandeadas calcáreas.
2. Serie pizarroso-cuarcítico-areniscosa.
1. Capas basales conglomeradas.

β) Bioestratigrafía

Se han encontrado fósiles en dos horizontes: uno es el horizonte 4, carbonatado, y otro, la serie arcillosa del horizonte 5, que le sigue estratigráficamente.

1. Horizonte 4: En la zona de Campoallá, a unos 5 kms. al SE. de Cazalla de la Sierra, se encuentra el sitio en donde MACPHERSON había hallado hasta hoy el único ejemplar de *Ethmophyllum marianun* (F. ROEMER). SIMON, 1951, pág. 35), dice sobre este sitio:

«Numerosos bancos de caliza nodulosa nos hacen recordar, por la experiencia adquirida en Córdoba, la sospecha de que hubiera aquí más arqueociátidos, pero ni en el mismo *locus typicus* ni en cualquier otro afloramiento de las capas de Campoallá nos ha sido posible volver a encontrar estos cálices ni tampoco tuvimos la suerte de encontrar ningún otro resto de animal fósil.»

En el techo de las calizas, según SIMON, en Espartillar, a unos 5 kilómetros al SW. de San Nicolás, existe una serie de unos 100 m. de potencia, en donde aparecen unas configuraciones de tipo concéntrico que recuerdan mucho las algas calizas del grupo *Stromatolitos*, probablemente en parte, del género *Cryptozoon* (HALL), y en parte, de *Archaeozoon* (MATHEW).

2. Los trilobites solamente se han encontrado en el horizonte 5 de mi división estratigráfica al que llamo «pizarras de trilobites» o SIMON «pizarras abigarradas de Alanis». De aquí proviene la fauna de *Saukianda*. Para la determinación estratigráfica de estas pizarras de trilobites es importante determinar la posición de las capas fosilíferas dentro de la serie. Según SIMON, se hallan bastante cerca de la base. Este autor ha dado una división especial de las capas de Alanis en su publicación (1951, página 36):

- d) Pizarras arenosas, micáceas, con escasas intercalaciones de grauvaca.
- c) Pizarras arcillosas abigarradas, blandas.
- b) Margas abigarradas (violeta-verde) en bancos aislados con la fauna de *Saukianda*: *Piso de Saukianda*.
- a) Calizas abigarradas rizadas. Calizas y margas en bancos delgados de pocos metros de espesor (el total a-d tiene un espesor de 500 a 700 metros).

El muro o yacente lo forman los arrecifes calizos de *Cryptozoon*.

Según esta serie, la fauna de *Saukianda* yace en la parte inferior de las «capas abigarradas de Alanis», que distan pocos metros de las calizas rizadas abigarradas, y éstas, a su vez, de las calizas arrecifales de *Cryptozoon*, que según SIMON son parte de las capas de Campoallá.

Según mi propia determinación, que he hecho en la zona al S. de Alanis, he establecido la siguiente división estratigráfica:

- 4. Arcillitas de color gris verdoso, en su base calcáreas.
- 3. Serie arenosa.
- 2. Arcillitas abigarradas.
- 1. Arcillitas grises arenosas con bancos de grauvaca, etc.

Muro o yacente: horizonte calizo.

Las arcillitas abigarradas del horizonte 2 se corresponden con las pizarras de *Eodiscus* del corte de Guadalcanal y las arcillitas grises que yacen debajo, se corresponden con las capas de *Andalusiana* del corte de Guadalcanal. Las capas de la Estación de Alanis, que han dado la fauna de *Saukianda*, en cambio, corresponden al horizonte 4, y están separadas de las arcillitas más antiguas por la serie arenosa del horizonte 3. Resulta así que las capas de *Saukianda* no están en la base del horizonte 4, sino que bastante más arriba. Niveles más antiguos que los que contiene la fauna de *Saukianda* de RICHTER y W. SIMON son los hallados con fauna por mí en 1952.

Las colectas de trilobites hechas por RUDOLF y E. RICHTER en 1938 han sido estudiadas con detenimiento por estos autores en 1940; su lista de fósiles, que reproduce SIMON (1951, pág. 36) contiene 11 especies de trilobites. Una revisión hecha por HENNINGSMOEN (1957) hace que desaparezcan cinco especies, puesto que son sinónimas de otras especies, y por consiguiente, quedan las siguientes:

Saukianda andalusiae (R. y E. RICHTER, 1940).

Perrector perrectus (R. y E. RICHTER, 1940).

Eops eo (R. y E. RICHTER, 1940).

Strenuaeva sampelayoi (R. y E. RICHTER, 1940).

Strenuaeva insecta (R. y E. RICHTER, 1940).

Alanisia guillermoi (R. y E. RICHTER, 1940).

Además de los trilobites se encuentran:

Hyolithes (*Hyolithes textor*, *Hyolithes*, sp.), Braquiópodos (*Eoorthis*, especie; *Acrotreta*, sp.; *Lingulella ferruginea*, SALTER; *Lingulella*, sp.), *Serpulites*, sp., *Chancelloria hispanica*, R. y E. RICHTER; Restos de *Cystoideos* y *Arqueocyatidos* (según W. SIMON, 1939 y 1941), *Archaeocyathellus* (*Protocyathus*), sp. (DEBRENNE, 1958); además, *Archaeocyathus* de la familia de los *Syringocnemátidos* TAYLOR (?).

De mis propias colectas del año 1952, que además de los yacimientos de las capas fosilíferas estudiadas por los esposos RICHTER, y abarcan su substrato, estos autores, en su carta del año 1953, nos han suministrado una lista provisional, que según las rectificaciones de tipo nomenclatura de SDZUY, debe ser como sigue:

Strenuaeva sampelayoi (R. y E. RICHTER, 1940).

Strenuaeva insecta (R. y E. RICHTER, 1940).

Callavia lotzei (R. y E. RICHTER, 1940).

Delgadella souzai caudata (DELGADO, 1904).

Alanisia guillermoi (R. y E. RICHTER, 1940).

Saukianda andalusiae (R. y E. RICHTER, 1940).

Ellipsostrenua alanisana (Sdzuy, 1961).

Además, Arqueocytidos, Braquiópodos, Hiolithés, etc.

Es curioso ver que ciertos elementos típicos de la fauna de *Saukianda* se encuentran junto con otros del cámbrico inferior indiscutible de la fauna de Cala. Además, es sorprendente verificar que estos últimos se encuentran en yacimientos más al S. (inmediatamente cercanos a la estación de Alanís), pero, asimismo, se han encontrado dentro de una capa *Delgadella caudata*, junto con *Saukianda andalusiae*.

De todo esto deducimos una íntima conexión geocronológica entre la fauna de Cala y la de Alanís. Es más íntima de lo que antes se suponía, como se comprueba en los afloramientos al S. de la estación de Alanís, en donde se reconocen transiciones entre ambas faunas. La fauna de *Saukianda* pura se encuentra más dominante en la parte central del gran sinclinal, al S. de Alanís, mientras que la fauna mezclada con elementos de Cala yace más próxima al borde S. del sinclinal. De estos hechos deducimos que la fauna de *Saukianda* pura sería más joven que la de Cala. A esto hay que agregar las relaciones bioestratigráficas de la fauna de *Saukianda* con las del piso de *Mureroensis*, que se manifiestan en la presencia conjunta de *Strenuaeva sampelayoi* y *Alanisia* (como se ve en A 11 a A 13, según hemos dicho anteriormente).

e) Las circunstancias geológicas generales en la región comprendida entre Llerena-Pallarés-Cazalla de la Sierra y Alanís

α) División litoestratigráfica

Las circunstancias litoestratigráficas de esta zona, de unos 60 kilómetros de longitud, que desde Cazalla-Alanís se continúa hacia el SE., por lo menos hasta las cercanías del S. de Constantina, son muy uniformes. Los distintos elementos que contiene se pueden reunir en un «corte standard», para lo cual primeramente daremos nombres locales a los que luego se les dará el valor correspondiente, o cambiarlo por otro más conocido o uniforme. Hasta ahora, el corte que yo he establecido tiene siete tramos, que van de arriba abajo como sigue:

7. Capas de Vereda.
6. Capas de Lobo.
5. Capas de Molinos.
4. Capas de Pino.
3. Caliza de Agua.
2. Capas de Campoallá.

1. Capas del Tambor, que

comprende dos tramos: { Areniscas del Tambor.
Conglomerados del Tambor.

Los nombres de los tramos 1 y 2 los he tomado de SIMON. La parte superior de las capas del Tambor está constituida por una serie de cuarcitas y areniscas en bancos, y la parte inferior consta en gran parte de material macroclástico; estas capas pueden seguir por el borde S. de la depresión de Benalija hasta casi 60 km. en la dirección desde Constantina hasta el N. de Pallares. En la base se encuentran sobre todo depósitos gruesos de conglomerado.

Las «capas de Campoallá» se componen de una alternancia de capas carbonatadas que alternan con pizarras bandeadas, bancos de caliza impura y ocasionalmente con bancos de arenisca calcárea. Aunque raros, hay lentejones de caliza pura.

Las «calizas de Agua», cuyo nombre lo he tomado de FRICKE, contienen las rocas carbonatadas más puras, que pasan después por transición a las de Campoallá.

Las «capas de Pino» las denominé así por el Arroyo de Pino, que se encuentra al SW. de Guadalcanal; este arroyo cruza la serie de través. Estas rocas son pizarras arcillosas bastante puras, situadas por encima de las calizas del Agua. Con esta serie comienza la serie de pizarras predominantemente pizarrosas del ancho sinclinal de Benalija.

Las «capas de Molinos» toman su nombre del Arroyo de los Molinos, al SW. de Guadalcanal, y están constituidas por una mayor cantidad de areniscas que las de Pino. De aquí que el terreno sea más colinoso.

Las «capas de Lobo» están constituidas por pizarras margosas y arcillosas blandas, que aquí y allá tienen lentejones de caliza, y que forman depresiones blandas al meteorizarse; les doy este nombre por el Arroyo del Lobo, que viniendo de la Sierra del Agua pasa por esta región.

Las últimas capas pasan hacia arriba a convertirse en las «capas de Vereda», en donde los componentes psamíticos son más abundantes. Les doy este nombre tomado de la Vereda de Ganados que va a lo largo del Arroyo de los Molinos, en dirección SE. Forman el tramo más alto de la serie que constituye el sinclinal de Benalija, y que ya no se encuentran en su composición primitiva porque la erosión las ha eliminado en gran parte.

β) Bioestratigrafía

Los trilobites, los únicos fósiles que tienen interés bioestratigráfico

(respecto a los demás fósiles), se han encontrado en los siguientes niveles, que yo cito de arriba abajo:

4. Parte superior del tramo Lobo.
3. Parte media del tramo Lobo.
2. Parte superior del tramo de los Molinos.
1. Parte alta de las capas de Pino.

Del nivel 1 es la fauna cerca de Llerena que contiene ¿*Strenuaeva*?, especie indt.

Al nivel 2 corresponde la fauna al N. de la cota 497, al S. de Guadalcanal, y que contiene *Andalusiana cornuta*, *Termierella sevillana*, *Triangulaspis*, etc.

En el nivel 3 se encuentra el yacimiento de *Eodiscus (Serrodiscus) speciosus*, al S. de Guadalcanal, así como *Serrodiscus speciosus* y *Aldonaia (Protaldonaia) morenica* de SZUY, en el valle del Viar, al NE. de Pallares.

Una capa un poco más reciente y con fauna del nivel 3 se encuentra al S. de la estación de Alanís, el tramo que marca la transición hacia la fauna con *Saukianda andalusiae*.

Según todo esto, podremos formar las siguientes bandas, de arriba abajo:

5. Banda *Saukianda-guillermoi*
4. Banda *Alanisana-Saukianda*.
3. Banda *speciosus-morenica*
2. Banda *cornuta-sevillana*.
1. Banda *Strenuaeva*, sp.

4. El cámbrico de la provincia de Córdoba y de sus regiones contiguas

α) Generalidades y división estratigráfica

El cámbrico de la provincia de Córdoba es ya hace tiempo conocido, y además está datado paleontológicamente. HERNÁNDEZ-PACHECO (1918) cita de esta provincia dos Arqueociátidos cuyo punto exacto de hallazgo lo encuentra este autor en 1926 en las Ermitas de la Sierra de Córdoba. CARBONELL continúa recogiendo material paleontológico de este sitio hallado por HERNÁNDEZ-PACHECO, y prolonga el yacimiento en forma de banda en una larga extensión. En la cercanía de la fuente de Las Ermitas, RUDOLF RICHTER, en 1926, encuentra numerosos arqueociátidos y, además, un crustáceo que en 1927 denomina *Isorxys carbonelli*. Nuevos hallazgos motivan colectas importantes por RUDOLF RICHTER y W. SIMON en 1939. Junto con el material de BROILI y el fragmento hallado por

HENKE, W. SIMON, en 1939, recorre y estudia los distintos yacimientos de arqueociátidos y hace de ellos una monografía muy importante sobre este curioso grupo paleontológico.

Sin embargo, a pesar de la riqueza de fósiles hallados, la estratigrafía del cámbrico de la Sierra de Córdoba está poco estudiada. Un corte un poco detallado (fig. 35) lo da SIMON solamente en la parte central de la

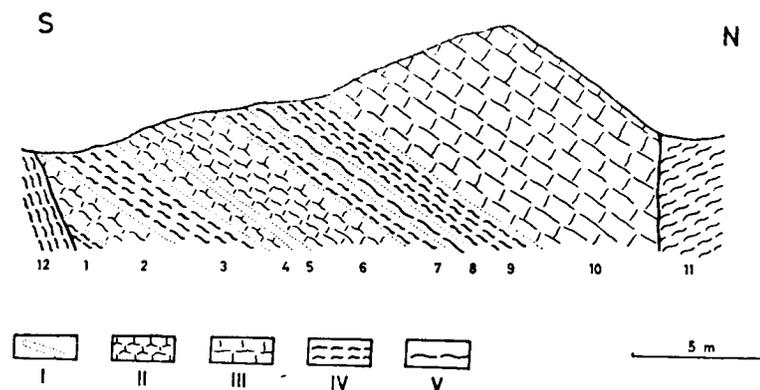


Fig. 35.—Corte geológico por las "capas de Archaeocyathus" en la carretera de Las Ermitas al N. de Córdoba, según Simon, 1939, página 71, figura 5. Escala aproximada 1.260.

1-12. Capas numeradas.—I. Caliza blanca.—II. Caliza nodulosa verdosa.—III. Caliza nodulosa blanco-violeta.—IV. Margas verdosas.—V. Margas violetas.

serie de capas que buzcan hacia el N., en la inmediata proximidad del yacimiento. Bajo las calizas nodulosas que tienen un espesor de 6,5 metros de color blanco violeta, encuentra este autor unos 11 metros de una alternancia de margas verdes predominantes (con una intercalación de marga violeta) y calizas nodulosas verdes que forman aquí dos paquetes bastante gruesos.

Las observaciones recogidas por B. MELÉNDEZ (1943, págs. 149 a 154) son de poca utilidad en el estudio general de la serie cámbrica de esta provincia.

En una zona situada al E., es decir, en la Sierra Morena, R. MAASS, en sus estudios para obtener el grado de doctor (Münster, 1957), establece una división estratigráfica que reproducimos aquí:

4. Serie de vulcanitas.
3. Serie clástica superior.
2. Caliza.
1. Serie clástica inferior.

β) Litoestratigrafía

1. La «serie clástica inferior», que según MAASS aflora exclusivamente al N. de Alcolea, se puede dividir, según él, en dos tramos: uno inferior, constituido por grauvacas y pizarras, y otro superior de «estratos rizados». Se observa así una disminución de los componentes clásticos desde el muro o substrato hacia el techo o pendiente de la serie. Los bancos de grauvaca se encuentran en las partes más bajas, mientras que las pizarras arcillosas dominan en la parte superior; finalmente, las capas se presentan en bancos cada vez más delgados, entre los cuales se intercala la caliza que por último pasa a «capas rizadas» de 30 a 40 metros de potencia. Para MAASS se trata de pizarras grises, que al meteorizarse toman un color pardo, con intercalaciones de caliza nodulosa, en general de aspecto alargado; además, se encuentran otras intercalaciones de pizarras poco calcáreas.

2. La «serie caliza», que según MAASS tiene 200 a 250 metros de espesor, sustituye a las pizarras rizadas, en las cuales aumenta el carbonato cálcico; domina al principio la arcilla, pero no tardan en aparecer las calizas azulencas blancas, en parte de aspecto marmóreo, compactas, en bancos bien definidos, si bien, a veces, también en masa.

3. La «serie clástica superior», según MAASS, se puede dividir en cuatro tramos, de arriba abajo:

- d) Pizarras, grauvacas y zonas cuarcíticas aisladas, 150 a 200 metros.
- c) Grauvacas, algunas cuarcitas y escasas pizarras, 250 a 300 metros.
- b) Cuarcitas con intercalaciones de pizarras.
- a) Pizarras con intercalaciones arenosas, por lo menos 100 metros.

El tramo a), según MAASS, es muy potente, formado por pizarras bandeadas en donde predomina el carácter arcilloso; lo constituyen banquitos de arenisca, blandos, de pocos centímetros de espesor, de color claro al meteorizarse, que llegan a reducir su potencia hasta quedar en estratos tan finos como hojas de papel.

El tramo b) está constituido por cuarcitas o areniscas en general de grano fino, de color blanco grisáceo, en bancos bien definidos, a veces en masa. Se intercalan pizarras arcillosas, delgadas, micáceas y arenosas.

El tramo c), que aflora al NE. de Villafranca, según MAASS, es una serie de grauvacas muy uniformes y compactas, que alcanza una gran extensión. Hacia arriba, las pizarras arenosas se hacen más frecuentes. Es relativamente frecuente la estratificación cruzada en los bancos arenosos.

En el tramo d) predominan los componentes pelíticos, y en cambio, se hacen escasos los cuarcítico-arenosos.

Vemos así que la serie que va del b) al d) constituye una «macrosecuencia» progresiva.

4. La serie de vulcanitas, según MAASS, alcanza una gran extensión entre el río Arenoso y Adamuz. La roca principal está constituida por pizarras arcillosas verdes o gris azul. Los bancos de grauvaca son delgados o llegan a desaparecer. Son raras las intercalaciones de cuarcita y los lentejones de conglomerado y de caliza blanca. Lo característico para la serie son las grandes coladas básicas que están constituidas por diabasas apizarradas, glándulas diabásicas y espilitas.

δ) Bioestratigrafía

1. En las partes arenoso-arcillosas del horizonte 1, según MAASS, junto con los rippelmarks aparecen pistas de reptación, lo cual constituye precisamente lo característico de este horizonte.

2. A este tramo pertenecen, según MAASS, las rocas calizas de la Sierra de Córdoba, que en las Ermitas contienen los fósiles antes citados. Según SIMON (1939), comprenden las siguientes formas:

Beticocyathus beticus (SIMON).

Archaeocyathellus (Protocyathus) arcuatus (SIMON).

» » *cordobae* (SIMON).

» » *eremitae* (SIMON).

» » *navarroi* (HERNÁNDEZ-PACHECO).

» *(Archaofungia) andalusicus* (SIMON).

» » *sampelayanus* (HERNÁNDEZ-PACHECO, 1918).

» *(Coscinocyathus)*, sp.

Etmophyllum (Etmophyllum) macphersoni (SIMON).

» » *marianun* (ROEMER, 1878).

Thalamocyathus, sp.

» »

» *(Thalamocyathus)*, sp.

Arqueociatélidos, géneros y especies indeterminadas.

Además, el crustáceo *Isoxys carbonelli* (R. y E. RICHTER).

En cuanto a la edad de la fauna, dice SIMON (1939, pág. 72): «Los arqueociatélidos no permiten, de ningún modo, una datación exacta.» La presencia de *Isoxys carbonelli* deciden a R. y E. RICHTER a considerar que «las formaciones de arqueociatélidos solamente deben de corresponder al cámbrico inferior y medio, y probablemente más a este último». Según SIMON (1939, pág. 71), la facies de las rocas de las Ermitas corresponde a la de las capas inferiores de Alanís, que según este autor son del cámbrico superior «seguramente».

Por mi parte, considero que las rocas calizas de Las Ermitas son equi-

valentes a las calizas de Agua, y por consiguiente, más antiguas que las de Alanís, que yo considero del cámbrico inferior alto. A mi modo de ver, su filiación o colocación estratigráfica en el yacente de la banda *cornuta-sevillana* debe considerarse como segura. Concuere con los hechos esta opinión mía, puesto que los arqueociátidos de Córdoba muestran en parte relaciones estrechas con formas de estos fósiles del cámbrico inferior de Siberia y Australia.

3. De la «serie clásica superior», es decir, de los tramos a) y c), MAASS no cita más que pistas de reptación.

XI. CAMBRICO FUERA DE LA MESETA IBERICA Y DE SUS REGIONES COLINDANTES

En los núcleos paleozoicos de las Cadenas de plegamiento reciente fuera de la Meseta Ibérica se supone la presencia de cámbrico o también parece deducirse del examen de los Mapas Geológicos, como por ejemplo en los Pirineos Centrales, al N. de Sort; en los Pirineos Catalanes, según FONTBOTÉ, al W-NW. de Ribas (provincia de Gerona) y en el macizo de Montseny, según ALMERA. En las Cadenas Penibéticas cabría suponerlo en la Sierra de Baza (BLUMENTHAL), en Las Alpujarras (BARROIS y OFFRET) y en la Serranía de Ronda (MICHEL-LEVY y BERGERON).

Desde un punto de vista general, muy poco es lo seguro que se pueda decir del cámbrico de todas estas regiones. No obstante, en los Pirineos Catalanes, al W-NW. de Ribas, parece haberse hallado un yacimiento indudable; se encuentra en La Collada de Tosas, en la carretera de Vich a Puigcerdá, en donde, según B. MELÉNDEZ (1954), se encuentra un ejemplar de *Trochocystites* o de una forma parecida.

En la visita que yo hice a aquel sitio el año 1959 he hallado en El Collado de Tosas rocas que no me parece que tengan el aspecto clásico de cámbricas. La zona del puerto es de edad postcámbrica, paleozoica indudable. Como el material hallado no se da como seguro de donde viene, sino que procede de escombros, es dudoso su origen. En la región asoman conglomerados gruesos, y entonces podría tratarse de un canto rodado, en el caso de que, en efecto, fuera cámbrico. En cambio, por encima de Ribas, hay una zona con caliza que al meteorizarse toma un color pardo de carácter marmóreo, la cual va acompañada a lo largo de la carretera por arcillitas de color gris verdosas. Estas rocas sí se parecen mucho al cámbrico, pero no me fué posible encontrar fauna en ellas.

En otros yacimientos dentro de los Pirineos españoles la atribución al cámbrico solamente se basa en meras sospechas; en algunos casos, lo que dice B. MELÉNDEZ el año 1943 (pág. 87 y 88) hace probable su per-

tenencia al silúrico o devónico. Según este autor, en las grauvacas de color de hueso amarillento, que constituyen el Cabo de Creus, se podría admitir con casi absoluta seguridad la edad cámbrica, que ofrecería caracteres semejantes a los de Extremadura. Precisamente esta indicación me hace dudar de la realidad de esta hipótesis, puesto que lo que en Extremadura se señalaba como cámbrico ha resultado precámbrico, y en cambio, es muy posible que, en efecto, sean precámbricas las rocas del Cabo de Creus.

Desde luego, en la zona axial de los Pirineos Orientales Franceses se ha podido hallar en estos últimos tiempos una prueba paleontológica del cámbrico por el hallazgo de arqueociátidos (CAVET, 1951).

Un estudio a fondo del paleozoico del Pirineo Oriental Francés sería necesario para obtener datos seguros sobre la edad de sus terrenos.

SEGUNDA PARTE

CONSTITUCION GENERAL DEL CAMBRICO ESPAÑOL

I. OBSERVACIONES PRELIMINARES

Para poder formarnos una idea paleogeográfica general de los distintos territorios cámbricos que hemos estudiado de la Península Ibérica es, primeramente, necesario intentar la correlación de los distintos cortes geológicos obtenidos. Estos a su vez solamente se pueden establecer basándonos en criterios litoestratigráficos y bioestratigráficos.

Sería falso por completo seguir exclusivamente uno u otro de ambos criterios. Si, por ejemplo, diéramos más importancia a la Paleontología, llegaríamos a conclusiones tan equivocadas como la atribución de la fauna de *Saukianda*, al cámbrico superior, y por consiguiente llegaríamos a una concepción geoestratigráfica completamente equivocada, como ocurre en el caso de las conclusiones obtenidas por RUDOLF RICHTER y WILHEM SIMON. Pero, en cambio, tampoco debe hacerse lo contrario, es decir, olvidarse o subvalorar los hallazgos paleontológicos. En la primera parte de este estudio se ha establecido, en lo más posible y completo, la determinación paleontológica del material hallado, con lo cual nos permite decir actualmente lo que sabemos sobre el cámbrico español.

Estudiaremos por separado los fundamentos de las posibilidades de correlación, primeramente las de carácter litoestratigráfico, y, a continuación, las de carácter bioestratigráfico.

II. CORRELACIONES BASADAS EN LA LITOESTRATIGRAFIA

Al estudiar las circunstancias especiales y características de cada zona o yacimiento estudiado hemos insistido repetidamente sobre la semejanza e incluso identidad del carácter petrográfico que nos ha guiado para suponer la misma edad como lo más posible en cuanto a su posición geoestratigráfica. Así, por ejemplo, al comparar la serie sedimentaria de Celtiberia con la de la Sierra de la Demanda es fácil admitir esta paralelización. Lo mismo en grande que en pequeño, existen horizontes análogos

en uno y otro lado, como, por ejemplo, los que llevan los nombres de «capas abigarradas del Jalón», dolomita de Ribota, «capas de Ateca».

En el NW. de España existen circunstancias que en principio coinciden con las de la Sierra de la Demanda como, por ejemplo, las que nos muestra la zona que desde el W. de León (corte del Sil) sigue por el Valle del Narcea y Tineo y luego por la costa, entre Luarca y Cudillero. Existen paralelismos si recordamos la serie clástica inferior, a la que hemos denominado serie de Cándana; luego la zona de transición, análoga a las capas abigarradas del Jalón, el horizonte de dolomitas y calizas, que se puede corresponder con la dolomita de Ribota; otro de margas con trilobites; la serie clástica tan potente de la serie de los Cabos, que puede compararse con circunstancias idénticas de la Sierra de la Demanda y de las Cadenas Ibéricas.

A pesar de que las circunstancias son a veces notablemente distintas, tanto en el N. de León como en Asturias, en donde, por ejemplo, los espesores de las distintas series varían, se puede decir que en sus rasgos generales las características estratigráficas se conservan en general. Por ejemplo, la serie basal de Cándana está cubierta por las capas de Barrios, que se pueden considerar como equivalentes litoestratigráficos de las capas abigarradas del Jalón y éstas, a su vez, están recubiertas por una serie de dolomitas que se parecen en sus caracteres a la dolomita de Ribota. Desde luego existen diferencias considerables, como, por ejemplo, las calizas de León, que constituyen una formación especial, muy limitada en su extensión, pero en la serie general, en sus tramos superiores, se vuelven a encontrar paralelos, como por ejemplo, en la presencia de series macroclásticas.

En la correlación que, debido a discordancias, han motivado que el mesocámbrico de la España central sea incompleto y que no permita tan fácilmente la comparación con el de Celtiberia ni con el del NW. de España, no obstante hay también puntos de referencia de carácter litoestratigráfico, como por ejemplo, en cuanto al horizonte carbonatado. En los Montes de Toledo, la serie de calizas y dolomitas está bajo la serie de pizarras que se pueden comparar con las de Huérmeda, y las cuarcitas que le siguen se pueden comparar con las de Daroca; la serie de arcillitas que siguen a aquéllas se puede comparar con las capas de Murero, y la serie clástica terminal encuentra su paralelo en la serie de los Cabos.

Desde luego hay grandes diferencias en cuanto a la sucesión por debajo del horizonte de las dolomitas, que en la España central es de carácter pelítico, mientras que por el N. se ha desarrollado con carácter psamítico.

Existen miembros de enlace o transmisión de carácter petrográfico en-

tre el cámbrico meridional de España y el central y noroccidental de la Península. En la facies carbonatada podemos decir que la caliza de Cañuelo = caliza Agua, se puede paralelizar con la dolomita de Ribota. Como ya en 1937 tuve ocasión de citar, existen buenas concordancias entre las capas abigarradas del Jalón y las equivalentes de otras regiones de España. La serie clástica de Tambor, más baja todavía, permite su comparación con la serie de Cándana o con la cuarcita de Bámbola. De la misma manera, en el nivel calizo hay buenas concordancias o coincidencias. Primeramente dominan las pelitas, que luego pasan a psamitas y, por último, vuelven a ser pelítico-margosas. Las primeras cabría paralelizarlas con las pizarras de Huérmeda; las segundas, con la cuarcita de Daroca; las terceras, a las capas de Murero de las Cadenas Ibéricas. Sin embargo, la presencia de vulcanitas iniciales en la parte superior de la serie del centro de la Península es una circunstancia especial limitada, respecto al resto de los demás territorios cámbricos de la Península. Las primeras indicaciones de tales vulcanitas se encuentran en el centro de España, en un nivel que podría considerarse equivalente, en cuanto a su edad, a la cuarcita de Daroca, lo que también podría resultar aceptable para el S. de España.

El cuadro general litoestratigráfico que se obtiene de todas estas consideraciones lo hemos sintetizado en la tabla 12.

III. CORRELACIONES BASADAS EN LA BIOESTRATIGRAFIA

Las capas del substrato inmediato de las rocas carbonatadas de Los Barrios, Cudillero y de la zona de Meira son, geocronológicamente consideradas, de la misma edad. Petrográficamente muestran una identidad completa y en principio poseen una fauna idéntica también a la «fauna de Los Barrios de Luna», aunque en detalle haya algunas diferencias. La identidad estratigráfica de las capas de Barrios, en una distancia de 120 kms. de largo y 100 kms. de ancho, parece demostrada. De la misma manera esta fauna cabría esperarla en las Cadenas Ibéricas, en la parte superior de las «capas abigarradas del Jalón», y en el S. de España, en las «capas abigarradas de Arroyomolinos» o en las «capas de Campoallá».

En la dolomita de Ribota solamente se han hallado trilobites en las Cadenas Celtibéricas, de tal manera que hasta ahora no se ha obtenido aún una documentación paleontológica precisa para sincronizar la edad de estas rocas carbonatadas. Lo mismo se puede decir de la fauna de las pizarras de Huérmeda. Hasta ahora solamente nos ha permitido establecer paralelismos de carácter provincial, pero no entre sitios separados por grandes distancias. En todo caso se puede decir que la fauna de las

pizarras de Huérmeda en las Cadenas Occidentales Ibéricas es la misma que las de las Cadenas Ibéricas Orientales.

Igualmente diremos que las faunas de trilobites de las pizarras arcillo-margosas de Vila Boim, Zafra, Cala y la región del S. de Llerena muestran que las capas que las contienen son también de la misma edad geocronológica.

Una importancia especial recibe la Bioestratigrafía en la correlación de las series mesocámbricas de Celtiberia al compararlas con las de León y Asturias. Así, por ejemplo, según decíamos, hemos visto que las capas B₇ y B₈ de Murero contienen fósiles que se pueden paralelizar con los tramos fosilíferos a) hasta e) de las capas inferiores del Luna, en Barrios de Luna; se pueden paralelizar las capas de Murero con las capas inferiores del Luna, en Barrios de Luna. Lo mismo podríamos decir de otros sitios (Ferredal, Vegadeo, etc.).

En las series clásticas del cámbrico superior de las Cadenas Ibéricas (capas de Ateca) de la Sierra de la Demanda y del NW de España hay coincidencias de mucho interés por la presencia de lingúlidos, que nos permiten una correlación del tipo de los «*lingula flags*» ingleses, y además hay otras debidas a la presencia de pistas, tema tan importante, objeto de la Paleocnología.

IV. EL CORTE GENERAL BIOESTRATIGRAFICO

En una primera descripción general del cámbrico español que yo publiqué en 1958 di a conocer la sucesión bioestratigráfica que reproduzco ahora.

«Estos 11 niveles se pueden emplear como pisos principales de la escala bioestratigráfica del cámbrico español. Es muy posible que se llegue a hacer una subdivisión más fina a medida que aumenten las colectas de fósiles. Esto nos permitiría comprobar la riqueza fosilífera señalada por los indicios vistos en distintos sitios y obtener así una descripción mucho más detallada del cámbrico español».

Y, en efecto, el minucioso estudio del material recogido ha hecho posible completar estas observaciones. En total, hasta ahora se ha conseguido descubrir en España unas 20 faunas de trilobites distintas; algunas de ellas se repiten varia veces, es decir, hallarlas en distintas regiones, pero con una composición idéntica. Si teniendo en cuenta su disposición dentro de la escala estratigráfica se ordenan, entonces resulta la siguiente serie, de arriba abajo:

19. Fauna de las capas inferiores de la Demanda en Viniegra de Abajo (pág. 70).

Nivel XI	<i>Lingula flags</i>	Cámbrico superior
Nivel X	<i>Parasolenopleura demanda</i>	Cámbrico medio
Nivel IX	<i>Bailiella barriensis</i> y <i>Solenopleuroopsis angularis</i>	
Nivel VIII	<i>Conocoryphe heberti</i>	
Nivel VII	<i>Pardailhanian hispanica</i> y <i>Parabailiella languedocensis</i>	
Nivel VI	<i>Paradoxides mureroensis</i>	Cámbrico inferior
Nivel V	<i>Saukianda andalusiae</i>	
Nivel IV	<i>Eodiscus serratus</i> y <i>Eodiscus caudatus</i>	
Nivel III	<i>Kjerulfia (Andalusiana) cornuta</i>	
Nivel II	<i>Palaeolenus velatus</i> y <i>Lusatiops ribotanus</i>	
Nivel I	<i>Dolerolenus formosus</i> y <i>Lunolenus prior</i>	

18. Fauna en la parte inferior de las capas superiores del Luna, en Barrios de Luna (pág. 91).
17. Fauna de las capas de Villafeliche, en la Rambla de Valdemedes, en Murero (pág. 44).
16. Fauna de las capas inferiores del Luna, yacimiento f (pág. 89).
15. Fauna en la Rambla de Valdemedes, yacimientos B₇-B₈ (pág. 42) y fauna de las capas inferiores del Luna, yacimientos a-e (página 89).
14. Fauna en la Rambla de Valdemedes, yacimientos B₁-B₆ (páginas 41, 42), en parte fauna de El Fondón de Vegadeo (pág. 149).
13. Fauna en la Rambla de Valdemedes en Murero, yacimientos A₇-A₁₅ (págs. 38, 39).
12. Fauna en la Rambla de Valdemedes de Murero, yacimientos A₁-A₃ (pág. 38).
11. Fauna de Los Cortijos (pág. 171).
10. Fauna de *Saukianda* al SW. de Guadalcanal, entre Alanís y Cazalla de la Sierra (fauna de Alanís, pág. 201) y al NE. de la Estación de Cazalla.
9. Fauna de transición de los elementos de Cala y Alanís al S. de la Estación de Alanís (pág. 185).
8. Fauna superior de Cala (banda *Serratus* de las margas superiores de Herreria), en Cala (pág. 187), así como entre Pallares y Llerena.
7. Fauna antigua de Cala, en Cala (margas medias de Herreria, página 189), Vila Boim (pág. 180) y Zafra (pág. 179).
6. Fauna en la parte superior de las capas de Molinos, al SW. de Guadalcanal (pág. 198).

5. Fauna de Llerena (pág. 195).
4. Fauna en la base de las «pizarras de Huérmeda», en Huérmeda (pág. 30) y entre Tierga y Mesones (págs. 53, 54).
3. Fauna del nivel superior de trilobites, de la dolomita de Ribota, en Huérmeda (pág. 29).
1. Faunas de Los Barrios de Luna (págs. 87, 88), Concha de Artedo (página 131) y Meira (pág. 159), aproximadamente de igual edad, a lo sumo con escasas diferencias.

Algunas de estas faunas, como la 1 y la 11 a la 14 constituyen tipos especiales en los que se han formado algunas bandas de trilobites. Estos tipos o asociaciones vamos a ordenarlos en la siguiente serie de bandas de trilobites (de arriba abajo):

N.º	Nombre	Formas más importantes	Capas
32	Banda <i>demanda</i>	<i>Solenopleura demanda</i>	Capas inf. de la Demanda.
31	Banda <i>dauidis</i>	<i>Paradoxides dauidis</i>	Capas sup. de Luna.
30	Banda <i>bergeroni</i>	<i>Ctenocephalus bergeroni</i>	Capas de Villafeliche.
29	Banda <i>angularis</i>	<i>Solenopleur angularis</i>	Capas inf. de Luna f.
28	Banda <i>barriensis-marginata</i>	<i>Bailliella barriensis</i> , B. cf. <i>l-vyi</i> , <i>Solenopleur. mar. marginata</i>	Capas inferiores Luna e. (Capas de Murero B ₈).
27	Banda <i>pradoanus-pseudo-oculata</i>	<i>Parad. pradoanus</i> , <i>Cono. pseudooculata</i>	Capas inf. de Luna d.
26	Banda <i>simulathorali</i>	<i>Solenopleur. simili</i> ; <i>Solenopleura torali</i>	Capas inf. de Luna c.
25	Banda <i>rex-simula</i>	<i>Condylopyge rex</i> ; <i>Solenopleura simula</i>	Capas inf. de Luna b.
24	Banda <i>heberti-pradoanus</i>	<i>Conocoryphe heberti</i> ; <i>Parad. pradoanus</i> ; <i>Solenopleur. rubra</i>	Calizas rojas margosas de León (Los Barrios, yacimiento a), Capas de Murero B ₇ , Capas sup. de las margas de Vegadeo, margas rojas de Verdiago.
23	Banda <i>rouvillei</i>	<i>Parad. rouvillei</i> ; <i>Solenopleuropsis</i> cf. <i>ribeiroi</i>	Capas de Murero B ₆ , B ₅ , Calizas rojas de León, Margas de Vegadeo (en parte).
22	Banda <i>antiquus-hispanica</i>	<i>Parad. brachyrhachis</i> , <i>Solenopleur. verdiagana</i> (?), <i>Ctenocephalus hispanica</i> , <i>Ctenocephalus antiquus</i>	Capas de Murero B ₄ , margas de Vegadeo (en parte).

N.º	Nombre	Formas más importantes	Capas
21	Banda <i>granieri-languedocensis</i>	<i>Con. languedocensis</i> ; <i>Pardahilhanía granieri</i>	Capas de Murero B ₃ (---B ₁), Margas de Vegadeo inferiores.
20	Banda <i>mureroensis-hastata</i>	<i>Par. mureroensis</i> , <i>Alanisia hastata</i>	Capas de Murero A ₃₄ , A ₁₅ .
19	Banda <i>mureroensis-moratrix-hastata</i>	<i>Strenuaeva samp. moratrix</i> , <i>Alanisia hastata</i> , <i>Par. mureroensis</i>	Capas de Murero A ₁₁ -A ₁₃ .
18	Banda <i>mureroensis-hastata-ibericus</i>	<i>Par. mureroensis A. hastata</i> , <i>Hamatolenus ibericus</i>	Capas de Murero A ₉ y A ₁₀ .
17	Banda <i>mureroensis-hastata-lotzei</i>	<i>Par. mureroensis</i> , <i>Alanisia hastata</i> , <i>Hamatolenus (Lotzeia) lotzei</i>	Capas de Murero A ₇ y A ₈ .
16	Banda <i>ibericus-ondulata</i>	<i>Hamatolenus ibericus</i> , <i>Alueva undulata</i>	Capas de Murero A ₆ .
15	Banda <i>ibericus</i>	<i>Hamatolenus ibericus</i>	Capas de Murero A ₅ .
14	Banda <i>Termierella-Perrector</i>	<i>Termierella</i> , <i>Lusatiops</i> , sp., <i>Perrector?</i> , sp.	Capas de Murero A ₁ -A ₄ .
13	Banda <i>Realaspis-Pseudolenus-Kingaspis</i>	<i>Realaspis strenoides</i> , <i>Pseudolenus weggeni</i> , <i>Ps. glaber</i> , <i>Kingaspis</i> , cf., <i>velatus</i>	Areniscas de Cortijos.
12	Banda <i>Saukianda-guillermoi</i>	<i>Saukianda andalusiae</i> , <i>Perrector perrectus</i> , <i>Alanisia guillermoi</i>	Capas de Lobo, horizonte superior.
11	Banda <i>Alanisana-Saukianda</i>	<i>Saukianda andalusiae</i> , <i>Ellipsostrenna alanisiana</i>	Capas de Lobo, algo más bajas.
10	Banda <i>Speciosus-morenica</i>	<i>Serrodiscus</i> , cf., <i>speciosus</i> , <i>Aldonia morenica</i>	Capas al lado Norte del valle del Viar.
9	Banda <i>serratus</i>	<i>Eodiscus (Serrod.) serratus</i> , <i>Strenuaeva</i> , cf., <i>vigilans</i>	Margas superiores de Herrerías.
8	Banda <i>Souzai-schneideri</i>	<i>Delgadella souzai</i> "Protolenus" <i>schneideri</i> , <i>Hicksia elvensis</i>	Margas medias de Herrerías, Pizarras de Vila Boim.
7	Banda <i>cornuta-sevillana</i>	<i>Andalusiana cornuta</i> , <i>Termierella sevillana</i>	Capas altas de Molinos.
6	Banda <i>Redlichia-micmacca</i>	<i>Micmacca aff. coloi</i>	Pizarras bajas de Huérmeda.
5	Banda <i>Velatus-ribonatanus</i>	<i>Palaeolenus velatus</i> , <i>Lusatiops ribonatanus</i>	Dolomita de Ribota superior.
4	Banda <i>Incondita</i>	<i>Strenuaeva incondita</i>	Dolomita de Ribota inferior
3	Banda <i>Lunae-formosus</i>	<i>Lunolenus lunae</i> , <i>Metadorides richterorum</i> , <i>Dolerolenus formosus</i>	Capas de Barrios, nivel superior fosilífero.
2	Banda <i>Prior</i>	<i>Lunolenus prior</i> , <i>Agraulos antiquus</i>	Capas de Barrios, nivel medio.
1	Banda <i>Lunolenus-lotzei</i>	<i>Lunolenus? lotzei</i>	Capas de Barrios, nivel inferior.

Sobre este cuadro que acabamos de exponer, de las bandas y sus fósiles y capas correspondientes, tendremos que decir que la serie de bandas de 1 a 3, resulta de la determinación de estratigrafía fina de Los Barrios de Luna; la serie de 3 y 4, resulta del estudio del horizonte litoestratigráfico de calizas y dolomitas (dolomita de León = dolomita de Ribota); la serie 4 a 6, de las circunstancias especiales de carácter estratigráfico del Valle del Jalón, al E. de Calatayud; la serie 6 a 7, de su posición respecto al límite superior de la caliza de Agua = dolomita de Ribota (6, inmediatamente seguida; 7, a una distancia un poco mayor); la serie 7 a 12 resulta del estudio detallado de la serie estratigráfica de Cala, al S. de Llerena, al S. de Guadalcanal y al S. de Alanís; la serie de 12 a 14 se deduce de la situación de la cuarcita de Daroca y sus equivalentes (12, debajo; 13, en medio, y 14, encima); la serie 14 a 24 resulta de la estratigrafía fina de la Rambla de Valdemiedes, en Murero; las series 23 a 29 y 31, de la colección, horizonte por horizonte, en los Barrios de Luna, Vegadeo, Belmonte, etc., Con esto creemos que la mayor parte de las bandas se han establecido bien fundadas estratigráficamente; un poco más insegura es la posición de las bandas 29 a 32, que desde luego son seguramente superiores a la banda 28; la banda 31 es, desde luego, más joven que la 29. En cuanto a las bandas 30 y 32, cabría colocarlas estratigráficamente de forma un poco distinta a la que tienen respecto a la banda 28. La banda 13 la hemos colocado en este nivel basándonos en las observaciones sobre las areniscas de Cortijos: por un lado parecen corresponder a la cuarcita celtibérica de Daroca, y por otro lado, al horizonte de las Capas de Vereda, en la arenisca del S. de España.

Hemos de recalcar una vez más que las «bandas» no poseen en modo alguno el carácter de «zonas» autónomas puras, tal como se consideran en la terminología paleontológica, ya que algunas diferencias podrían ser debidas a las «casualidades» ocurridas en la distribución de los fósiles, a su recolección o a las diferencias de carácter ecológica. Algunas de estas bandas podrían haberse agrupado en «zonas» auténticas si hubiéramos dispuesto de materiales suficientes y si hubiéramos descubierto que un trilobites muy característico de una banda apareciera en otra contigua o próxima. En estos casos las «bandas» revelan también datos de interés, como son las diferencias estadísticas en la distribución de la frecuencia. Tales diferencias convendría tenerlas en cuenta estratigráficamente, incluso en el caso en que, de modo indirecto, fuera necesario suprimirlas como zonas auténticas.

En los «niveles» que yo establecí en 1958 se distribuyen las bandas como figuran en la tabla 11, mitad izquierda.

Los resultados de las investigaciones más recientes hacen aconsejable

dividir más todavía los niveles por mí establecidos en 1958, lo que he hecho en la parte media de la tabla 11.

Si admitimos que el comienzo del cámbrico medio lo marca la aparición de los primeros *paradoxides*, entonces resulta que el límite entre el cámbrico inferior y el mesocámbrico se encuentra entre las bandas 16 y 17 o entre los niveles Vc y VI.

“Niveles” (1958)	Bandas	Nueva división	Bandas	
X	31-32	X	31-32	Cámbrico medio
IX	28-30	IX b	29-30	
		IX a	28	
VIII	24-27	VIII b	25-27	
		VIII a	24	
VII	21-23	VII b	22-23	
		VII a	21	Cámbrico inferior
VI	17-20	VI	17-20	
V	11-16	V c	14-16	
		V b	13	
		V a	11-12	
IV	8-10	IV b	9-10	
		IV a	8	
III	7	III	7	
II	4-6	II	4-6	
I	1-3	I	1-3	

Tabla 11. División bioestratigráfica del Cámbrico Ibérico

En el cámbrico inferior, a juzgar por los trilobites, es posible una división en tres tramos, A, B, C, estratigráficamente considerada, conforme con lo que propone Suvz. Entonces el cámbrico inferior A estaría caracterizado por los trilobites de la familia de los Dolerolenidae; el cámbrico inferior B, por los Holmininae y *Callavia*; el cámbrico inferior C, por los Protolénidos y por la falta al mismo tiempo de los Olécidos (esta limitación debe ser hecha teniendo en cuenta que los Protolénidos también pueden aparecer antes del piso C). El cámbrico inferior C estaría caracterizado por el «piso de Lena». El cámbrico inferior B, por el «piso de Aldan», de la provincia Siberiana, que en época reciente se ha considerado como división de carácter general, válido para todo el mundo (según puede verse en la circular 4 de la Comisión de Estratigrafía del Cong. Geol. Internacional).

De este modo, los «niveles» y «bandas» podrían quedar distribuidos en los pisos como sigue:

Cámbrico inferior C, Protolenidae (sin Olenellidae): Niveles Va-Vc = = bandas 9 a 16.

Cámbrico inferior B, Holmiinae: Niveles II-IVb = bandas 4 a 8.

Cámbrico inferior A, Dolerolenidae: Nivel I = bandas 1 a 3.

El cámbrico medio o mesocámbrico estudiado por WESTERGARD en Escandinavia se divide exactamente en tres tramos: A, B y C, caracterizados A, por *Paradoxides oelandicus*; B, por *Paradoxides paradoxissimus*, y C, por *Paradoxides forchhammeri*. Sobre las relaciones de las bandas de trilobites mesocámbricas de España con estas zonas ya hemos hablado antes (como señalamos en páginas anteriores). Como allí ya decíamos, es necesario ampliar el piso A por la presencia de *Paradoxides mureoensis*, de tal manera que debiera llamarse piso de *Paradoxides mureoensis* y *oelandicus*; el cual podría subdividirse en dos subpisos o zonas, el de *Paradoxides mureoensis* y el de *Paradoxides oelandicus*. Según esto, las bandas de trilobites se distribuyen en esta zona del siguiente modo:

Mesocámbrico C, *Paradoxides forchhammeri*:

Nivel X (en parte) = Banda 32.

Mesocámbrico B, *Paradoxides paradoxissimus*:

Niveles VII-X (en parte) = Bandas 21-31.

Mesocámbrico A, *Paradoxides mureoensis* y *oelandicus*:

Nivel VI = Bandas 17-20.

Es dudoso, sin embargo, saber si la banda 32 debiéramos asimilarla a la de *Paradoxides forchhammeri*, ya que incluso acaso se tratara de un nivel más alto del mesocámbrico B. En todo caso, la zona *forchhammeri*, en total, de ningún modo está representada por trilobites, sino que aquí es donde comienza la zona o facies sin trilobites de los «*Lingula flags*», que sube luego al cámbrico superior. Hasta ahora no se ha encontrado en la Península Ibérica un trilobites del cámbrico superior seguro.

En cuanto al cámbrico medio alto y al cámbrico superior, tan abundante en restos orgánicos, los fósiles característicos son los Braquiópodos (especialmente las formas sin charnela, como *Lingulella* y otros) y determinadas pistas producidas por animales, que resultan también fósiles característicos. Es interesante recordar las observaciones hechas en las Cruzianas de gran tamaño, que tan bien conservadas aparecen en Asturias, como *Cruziana goldfussi*, que aparecen por vez primera en la parte ordovícica superior de la serie de Los Cabos, en tanto que *Cruziana semiplicata* de SALTER se encuentra en el cámbrico superior bajo de la serie, y de un modo limitado, y que en la parte basal, todavía mesocámbrica, solamente aparezcan huellas o pistas poco características.

Un detenido estudio paleontológico de las huellas o pistas, y la distribución de los distintos tipos que pudieran determinarse, daría una cierta posibilidad de paralelización de los tramos estratigráficos, que completaría la división establecida por los trilobites: por ejemplo, el tipo *Astropolouthon* de las capas de Barrios muestra una limitación muy especial, reducida solamente a esta zona y su substrato inmediato.

Diremos también que los arqueociátidos se han encontrado hasta ahora en tres niveles: Primero, en el substrato de las calizas inferiores del cámbrico, es decir, en los equivalentes de las capas de Barrios del NW, de España. En segundo lugar, en las margas calizas de Las Ermitas (= capas superiores de Campoallá), de la Sierra Morena. Y en tercer lugar, en unión de la fauna de *Saukianda* de Alanís. En todos estos casos se trata de cámbrico inferior, y nunca se ha encontrado los arqueociátidos en la Península Ibérica en un cámbrico medio o superior. Por consiguiente, son fósiles caracterizadores del cámbrico inferior.

Sería interesante establecer un estudio comparativo de los arqueociátidos, teniendo en cuenta la distribución estratigráfica de estos fósiles.

Las relaciones bioestratigráficas respecto a las litoestratigráficas están descritas en la tabla 12. De ella se podrán obtener detalles complementarios.

V. LA CONSTITUCION GENERAL PALEOGEOGRAFICO-PALEOTECTONICA DEL CAMBRICO DE LA PENINSULA IBERICA

1) Observaciones preliminares

Los ensayos de reconstrucción de los Mapas Paleogeográficos de Europa durante el período cámbrico figuran en muchos tratados de Geología, entre los que citaremos los más interesantes: E. KAYSER, A. BORN, S. VON BUBNOFF, R. BRINKMANN, H. y G. TERMIER. En las figuras 36 a 38 están en esencia esquematizadas las hipótesis de estos distintos autores respecto a la distribución del cámbrico de la Península Ibérica. Como muestran estos mapas, las diferencias en las «concepciones» son muy grandes. No permite ninguna de ellas una confrontación positiva respecto al material estudiado, que en realidad debiera ser la base de estas consideraciones; lo cual nos induce a tratar de hacer un esquema que responda a las observaciones paleogeográficas recogidas por nuestra parte, en las que no habremos de limitarnos a separar lo que ha sido mar de lo que ha sido tierra, sino que además trataremos de definir los distintos espacios resultantes de los límites entre mar y tierra en cada uno de los tiempos en que se puede distinguir el cámbrico. Para ello vamos

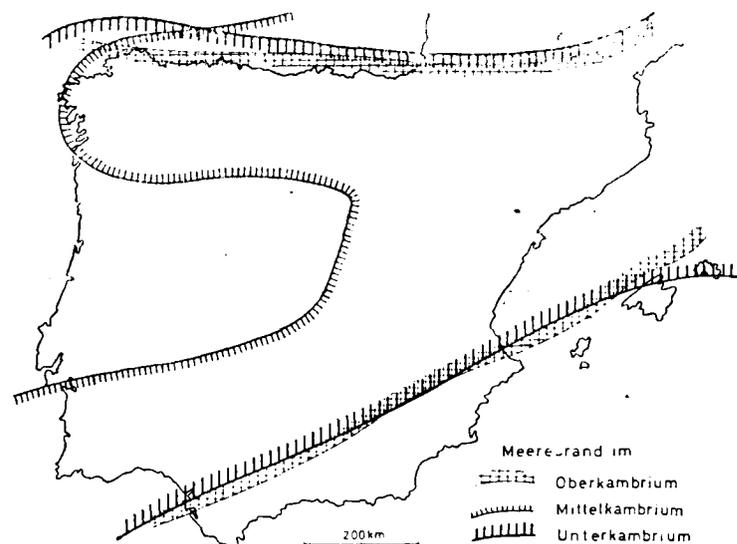


Fig. 36.—Paleogeografía del cámbrico de la Península Ibérica, según Born, 1926. Escala aproximada 1:12.800.000.

Meeresrand im	Borde del mar en el
Oberkambrium	Cámbrico superior
Mittelkambrium	Cámbrico medio
Unterkambrium	Cámbrico inferior

a ensayar de obtener las isopacas de los distintos espesores y de su distribución, según los tipos caracterizantes de facies. En uno y otro caso hay que tener en cuenta la influencia de distintos factores, como por ejemplo, la distancia a que se encuentra la costa, la profundidad del mar, la velocidad de sedimentación y de hundimiento correlativo del geosinclinal, etc. En todo caso, con tales datos podría alcanzarse una división más exacta de la distribución de los geosinclinales cámbricos de la Península Ibérica.

2) La distribución del espesor

En la figura 39 se han expuesto los espesores de los sedimentos en los distintos territorios cámbricos de la Península Ibérica resultantes de nuestras observaciones, trazando las isopacas correspondientes. Ya existían, desde el principio, dificultades grandes para este intento, sobre todo en una zona que va desde el N. de Extremadura hasta el S. de la provincia de Ciudad Real, en donde no es posible establecer los espesores prima-



	Niveles de trilobites	Norte de León	Sierra de la Demanda	Cadenas Celtibéricas	España Central	Sierra Morena
Ordovícico		"Cuarcita armoricana" Cuarc. y pizar.	?	"Cuarcita armoricana"	"Cuarcita armoricana"	"Cuarcita armoricana y sus equivalentes"
			?		Laguna	
Cámbrico superior	(XI)	Capas de Boñar, 120-180 m.	Alternancia de pizarras y cuarcitas, > 2.500 m.	Superiores } Capas de Medias } Ateca, unos 2.100 m. Inferiores }	Laguna / Serie elástica intermedia > 1.000 m.	Lagunas
	X	Capas superiores de la Babia y otras, de 20 a 110 m.	Pizarras y areniscas alternantes, > 1.000 m.	Superiores } Capas del Inferiores } Jiloca, unos 450 m.	Vulcanitas (rocas verdes) hasta 500 m.
	IX a-b	Capas inferiores de la Babia y otras, 10-50 m.	Pizarras de Mansilla, 120-200 m.	Capas superiores de Murero	Alternancia de cuarcitas, areniscas y pizarras arcillosas con toba diabásica, hasta 500 m.	Serie arcilloso-arenosa con poca diabasa, 300-500 m.
Cámbrico medio	VIII a-b	Marga roja de León, 1-5 m.				
	VII a-b	Caliza roja de León, 14-40 m.	Capas superiores de Viniestra, unos 100 m.	Capas de Murero, unos 200 m.		
	VI	Caliza clara de León, en bancos.	Cuarcita basal de Viniestra, 20-30 m.	Capas inferiores de Murero		
	V a-c	6-60 m.		Cuarcita de Daroca, unos 120 m.	Pizarra arcillosa predominante, con bancos de calcarenita, 100-200 m.	Capas de trilobites, 400-500 m.
	IV a-b		Pizarra de Urbión, unos 50 m.	Pizarra de Huérmeda, unos 80 m.		Dolomita y caliza, 250-1.000 m.
	III	Dolomita en bancos,				
	II	50-90 m.	Dolomita de Ribota,	Dolomita de Ribota, unos 90 m.	Dolomita y caliza, 30-150 m.	Pizarras bandeadas, capas abigarradas del Jalón, unos 350 m.
Cámbrico inferior	I	Capas de Barrios, 45-55 m.	Capas abigarradas del Jalón, unos 100 m.	Capas abigarradas del Jalón, unos 300 m.		Serie de grauvacas, pizarras y cuarcitas, unos 200 m.
		Serie de Cándana, > 100 m.	Capas de Embid, unos 350 m.	Capas de Embid, unos 350 m.	Pizarras bandeadas, > 200 m.	
			Cuarcita de Bámbola, 250-300 m.	Cuarcita de Bámbola, > 300 m.	Pizarras con escasos bancos de arenisca o cuarcita > 500 m.	
		?			Capas de transición, > 1.000 m.	Capas de transición, conglomerados, unos 200 m.
Precámbrico			Filitas de Anguiano	Pizarras de Paracuellos	Pizarras de Valcasa	Capas de Huelva con vulcanitas

Tabla 12. Sinopsis comparativa del desarrollo sedimentario del Cámbrico Español

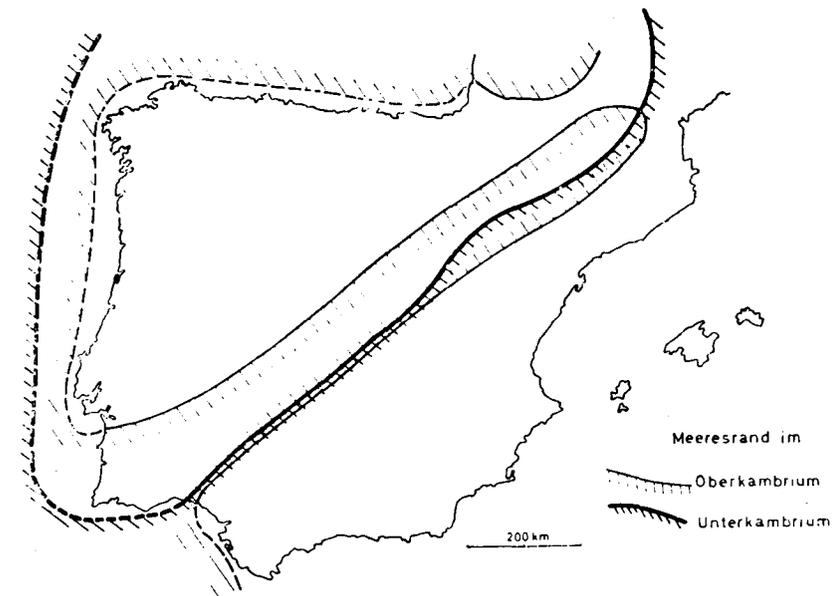


Fig. 37.—Paleogeografía del cámbrico de la Península Ibérica, según Termier, 1952. Escala aproximada, 1:12.800.000

Meeresrand im	Borde del mar en el
Oberkambrium	Cámbrico superior
Unterkambrium	Cámbrico inferior

rios, puesto que la erosión resultante de los movimientos sárdicos ha sido lo suficientemente intensa para suprimir o destruir gran parte de tales espesores originales del terreno cámbrico.

No obstante, en principio podríamos trazar los siguientes rasgos generales del cámbrico:

1. El espesor mínimo lo tiene el cámbrico, a pesar de su desarrollo tan completo, en el dominio cantábrico de la provincia de León y en la zona cámbrica oriental de Asturias. El espesor total llega a descender a menos de 1.000 metros; el del cámbrico inferior, a casi 200 metros; el del cámbrico medio, a menos de 100 metros; el del cámbrico superior queda por debajo de los 300 metros.

2. Pasada una estrecha faja de transición se desarrolla una zona en donde el cámbrico, en cambio, alcanza un espesor de varios miles de metros. Esta zona, que en forma de arco abarca en León y Asturias la zona del mínimo espesor, describe una vuelta que comienza en Asturias en la costa del mar Cantábrico, entre Lluvia y Cudillero, sigue por Tineo-Can-gas de Narcea y se continúa por el valle del Sil al W. de León. Desde

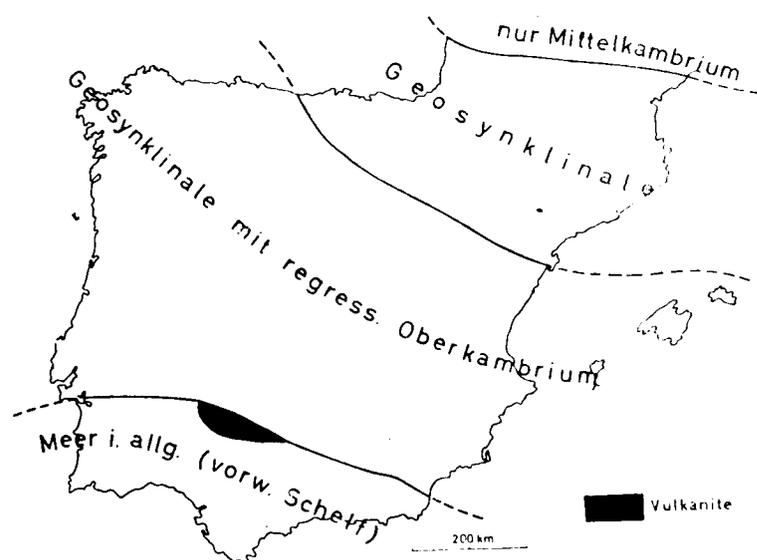


Fig. 38.—Paleogeografía del cámbrico de la Península Ibérica, según Bubnoff. Escala aproximada 1:12.800.000

En la figura, de arriba abajo, dice: Sólo cámbrico medio; Geosinclinales; Geosinclinales con cámbrico superior regresivo. Mar en general, sobre todo mar nerítico (a la derecha en negro) vulcanitas.

allí se dirige hacia la Sierra de la Demanda, y pasada ésta enlaza con la Cadenas Ibéricas.

3. A partir de esta zona de máximo desarrollo se reduce el espesor hacia el W y hacia el SW. otra vez. Desde luego, en un grado menor que al otro lado. Estas circunstancias se encuentran solamente en Galicia, puesto que al S. y SW. de La Demanda y de las Cadenas Ibéricas no hay afloramientos cámbricos seguros, puesto que muchos de ellos son de carácter metamórfico.

4. En los Montes de Toledo y Montes de Guadalupe ocurre lo mismo que en la Galicia Central: se encuentra una región en la que solamente se distinguen segmentos de cámbrico inferior y cámbrico superior, mientras que en el resto se observan muchas lagunas, debidas a la denudación y al levantamiento orogénico, entre el cámbrico medio y el cámbrico superior, por un lado, y entre el cámbrico superior y el ordovícico, por otro lado. Aun teniendo en cuenta la adición de los espesores máximos de los segmentos conservados en conjunto, se obtienen valores mínimos para el espesor total. Parece como si el mesocámbrico hubiera quedado eliminado por completo.

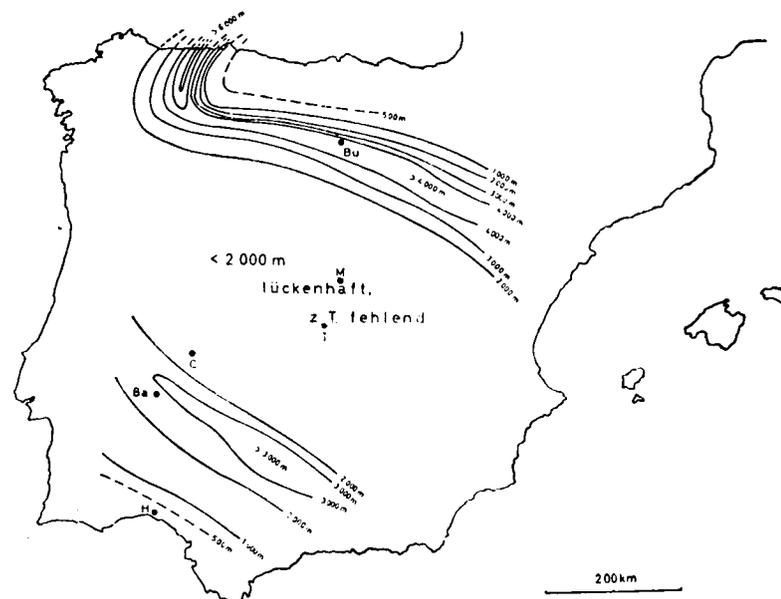


Fig. 39.—Distribución de los espesores (isopacas) del cámbrico español. Escala 1:10.800.000

Lückenhaft = incompleto.

z. T. fehlend = en parte, no existente.

5. En Extremadura, desde el N. de la provincia de Cáceres, hasta el S. de la de Badajoz, y lo mismo en Ciudad Real y al pie de la Sierra Morena, existen lagunas todavía más grandes, y parece además como si el espesor primitivo del cámbrico hubiera sido aquí muy pequeño. Esto podría ser debido a la escasa intensidad del plegamiento sárdico y al reducido levantamiento orogénico de los poco potentes terrenos cámbricos que facilitarían la demolición del relieve emergido, eliminando gran parte de ellos. De este modo, el plegamiento herciniano o variscico puso al descubierto el precámbrico, que en gran extensión aflora en esta región.

6. Más hacia el SW., desde Vila Boim, en Portugal, pasando por Zafra-Llerena, hasta el E. de Sierra Morena, vuelve a desarrollarse el cámbrico, aunque, sin embargo, hemos de decir que el cámbrico medio y el cámbrico superior no están probados faunísticamente. Los datos sobre los espesores seguros se pueden dar aquí solamente para el cámbrico inferior. El máximo parece alcanzarse en el espacio al S. de Guadalcanal-Alanis-Cazalla de la Sierra.

7. Más hacia el SW., en la Sierra Morena, los espesores vuelven a

decrecer en el cámbrico inferior, como se puede ver al comparar la región de Cala con la de Guadalcanal-Cazalla de la Sierra.

8. En la provincia de Huelva, al S. de Aracena, debe haber sido muy escaso el desarrollo del cámbrico, porque aquí es donde alcanza su máxima extensión el precámbrico aflorante, que aquí y allá queda cubierto directamente por el carbonífero.

3) Las circunstancias faciales

a) Cámbrico inferior A (figura 40)

En el cámbrico inferior A se pueden apreciar distintas circunstancias petrográficas.

1. En el dominio definido por el N. y W. de León, así como en el Astúrico-Galaico, el precámbrico yace, discordante, por debajo del cámbrico inferior; entre ambos depósitos se presenta la facies macroclástica pura de la serie de Cándana, y en cambio, faltan las capas arcillosas intermedias de espesor grande. El horizonte carbonatado se encuentra en la



Fig. 40.—Distribución facial del cámbrico inferior A de la Península Ibérica. Escala 1:10.800.000.

1. Cuarcitas de grano grueso predominante.—1. Cuarcitas normales predominantes y areniscas.—2. Areniscas y pizarras arcillosas.—3. Pizarras arcillosas más puras.—4. Areniscas, cuarcitas y pizarras arcillosas a las que se superpone la serie calco-margosa.

parte inferior: como se ve en Los Barrios de Luna, en donde forma bancos bien definidos.

2. En la Sierra de la Demanda y en las Cadenas Ibéricas la serie cámbrica, que también yace discordante sobre el precámbrico, comienza igualmente con depósitos análogos («cuarcita de Bámbola»), que en parte tiene el carácter típico de la estructura macroclástica, pero en seguida pasa a las grauvacas y pizarras arcillosas, «capas de Embid», de gran espesor, y luego a las «capas abigarradas del Jalón, en donde forman un componente de menor importancia que en las capas de Barrios de Luna.

3. En la zona al S. de El Puente del Arzobispo y en los Montes de Toledo que forman su continuación, domina la facies casi pura de pizarras arcillosas. Las capas están en concordancia con el precámbrico, del cual pasan por una transición evidente.

4. En la Sierra Morena oriental el cámbrico, que yace concordante con el precámbrico, comienza con una serie clástica, al principio de elementos grandes y después más fina, que hacia arriba se transforma en otra de pizarras bandeadas carbonatadas (MAASS les da el nombre de «capas rizadas»; SIMON, «capas de Campoallá», y FRICKE, «pizarras de Estebayanes»). Se pueden paralelizar estas pizarras a las capas abigarradas del Jalón o a las capas de Barrios, pero se diferencian de ellas por la menor parte que en su composición tienen los elementos macroclásticos.

5. En el ámbito alrededor de Cala, el cámbrico inferior A se caracteriza por una mayor importancia de los depósitos macroclásticos en comparación con los de la Sierra Morena oriental. Se ve que en la parte alta los componentes macroclásticos alcanzan un gran desarrollo, y los colores abigarrados dan una cierta semejanza a las capas abigarradas del Jalón en Celtiberia. De la misma manera, las capas que yacen debajo de estas últimas se parecen mucho a las de Celtiberia.

b) Cámbrico inferior B (figura 41)

Las facies del cámbrico inferior B muestran coincidencias grandes dentro del ámbito de la Península Ibérica en los distintos sitios en donde aflora; únicamente en la región Astúrico-Leonesa queda fuera de estas consideraciones, puesto que en su totalidad el piso está compuesto de rocas carbonatadas.

En los demás sitios, las rocas carbonatadas sólo comprenden el tramo inferior, mientras que los superiores están constituidos por pizarras arcillosas a margosas con intercalaciones psamíticas.

Las diferencias más finas que se encuentran en la constitución de las rocas carbonatadas las tenemos en León, Asturias, Sierra de la Demanda y Cadenas Ibéricas, puesto que son dolomíticas; en cambio, en el S. de

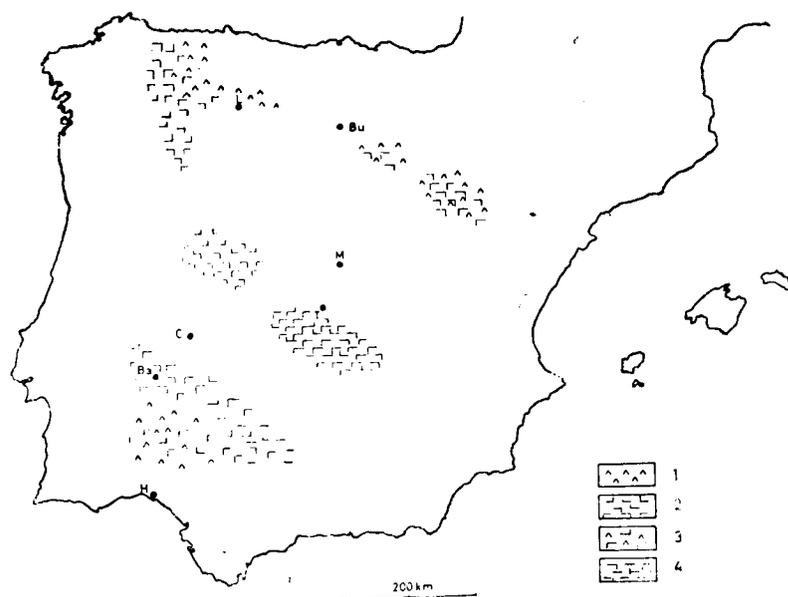


Fig. 41.—Las circunstancias faciales del cámbrico inferior B de la Península Ibérica. Escala 1:10.800.000.

1. Dolomita predominante.—2. Caliza predominante.—3. Calizas y dolomitas.—4. Calizas y pizarras margosas.

España son predominantemente calcáreas. También en la serie clásica superior hay diferencias locales de interés; así, por ejemplo, cerca de la base, en Celtiberia, lo mismo que en el S. de España, se encuentra un horizonte psamítico que, por el contrario, falta en los Montes de Toledo.

c) Cámbrico inferior C (figura 42)

El cámbrico inferior C de León y Asturias, hasta el límite con Galicia, está constituido por rocas carbonatadas. Todos los demás sitios muestran una facies arcilloso arenosa; en la arenisca de Daroca hay un horizonte macroclástico que parece tener su equivalente en la provincia de Ciudad Real (arenisca de Los Cortijos) y en la Sierra Morena (capas de Vereda).

En el cámbrico inferior C, en Ciudad Real se presenta una vulcanita inicial, que se desarrolla más al S., en la parte oriental de la Sierra Morena (al NE. de Córdoba), y en la parte occidental de Sierra Morena (región de Cala).

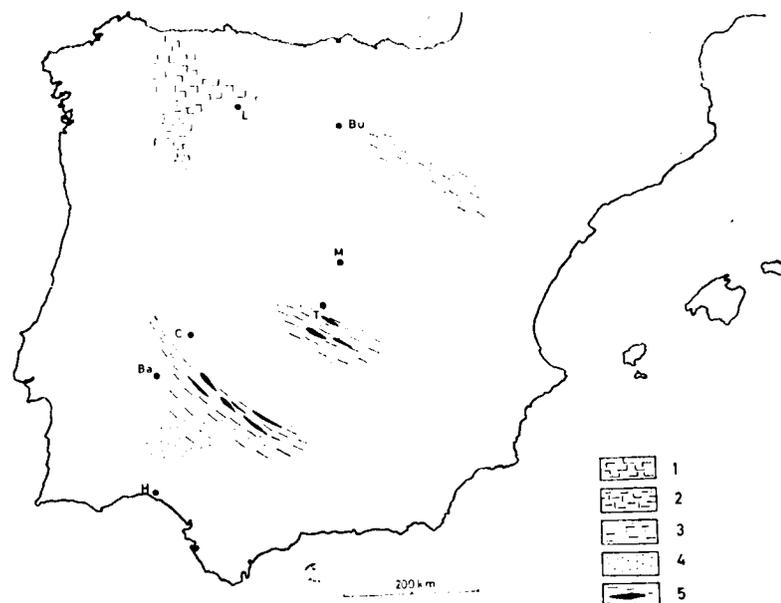


Fig. 42.—Distribución de las facies del cámbrico inferior C de la Península Ibérica. Escala 1:2.800.000.

1. Calizas.—2. Calizas y pizarras margosas.—3. Pizarras arcillosas con intercalaciones de areniscas o cuarcitas.—4. Areniscas o cuarcitas.—5. Pizarras arcillosas y cuarcitas con vulcanitas básicas.

d) Cámbrico medio A (figura 43)

El cámbrico medio o mesocámbrico A se encuentra en el N. de la provincia de León y en el E. de Asturias, en una facies puramente caliza; en el resto del N. de España es de carácter margoso-arcilloso; en el centro y S. de España no se ha podido demostrar su presencia con datos faunísticos. En los Montes de Toledo occidentales se encuentra una serie azoica de poco espesor, por encima de las rocas carbonatadas del cámbrico inferior; en el S. de España la serie de vulcanitas de la Sierra Morena oriental y en la zona de Cala, la serie de rocas verdes de Pipeta-Umbria acaso tengan representante de este tramo.

e) Cámbrico medio B (figura 43)

En el N. de León y en Asturias hasta la región de Belmonte, el mesocámbrico B comienza en la facies caliza; en su parte inferior dominan las calizas rojas margosas, que luego pasan primero a margas calizas rojas,



Fig. 43.—Distribución facial del cámbrico medio A + B de la Península Ibérica. Escala 1:10.800.000.

1. Calizas y pizarras margosas; las últimas, con intercalaciones de bancos de arenisca.—2. Pizarras arcillosas y margas que tienen arriba areniscas.—3. Pizarras arcillosas y areniscas con vulcanitas básicas.

y después a pizarras grises verdosas, arcillosas y margosas; hacia el NE. estas últimas incluyen areniscas de grano cada vez mayor.

En el resto de las regiones cámbricas del N. y NE. de España, el horizonte está constituido por elementos muy característicos: pizarras gruesas, de color verde-azulado a gris-verdoso, a veces con arcillitas margosas (tipo capas de Murero). Solamente en la parte superior aparecen areniscas en bancos delgados con pistas de reptación (capas de Villafeliche) que marcan la transición a las facies Flysch.

Para el S. de España sirve lo que decimos antes del mesocámbrico A.

f) Cámbrico medio C y cámbrico superior (figura 44)

En el N. de España el cámbrico medio alto, junto con el cámbrico superior, forma la potente serie de tipo Flysch de los Cabos, Demanda y Ateca. En principio existen diferencias esenciales entre estas tres series. Solamente se observa una disminución del componente psamítico en la costa asturiana, de E. a W. Por lo demás, las diferencias se refieren sólo

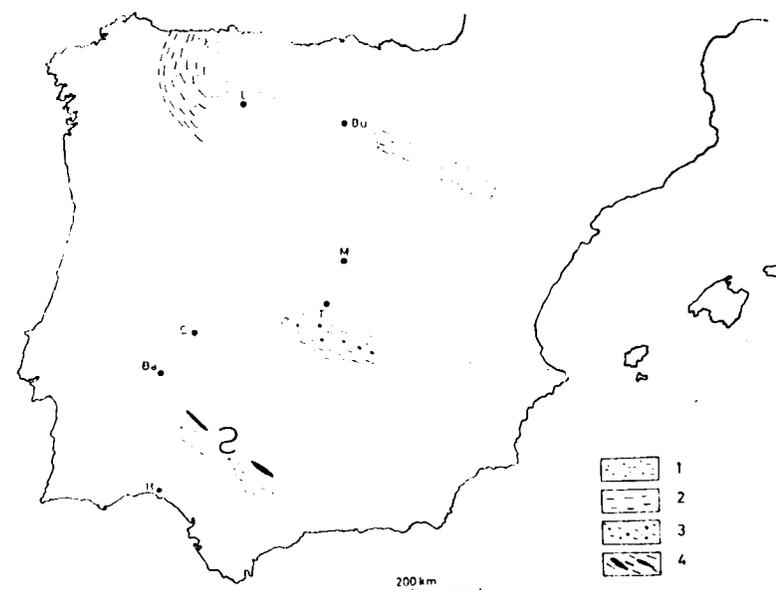


Fig. 44.—Distribución de las facies del mesocámbrico C y del cámbrico superior de la Península Ibérica. Escala 1:10.800.000.

1. Flysch rico en cuarcita.—2. Flysch de pizarras arcillosas y areniscas.—3. Flysch transgresivo con conglomerados.—4. Flysch con vulcanitas básicas.

al espesor de la serie total, de los paquetes de arenisca y de los bancos cada uno por separado.

En los Montes de Toledo en la Sierra de Guadalupe, en la Extremadura meridional y en el S. de la provincia de Ciudad Real, se intercala una serie clástica entre el precámbrico y la «cuarcita armoricana», cuyo tipo concuerda en gran parte con el de la serie de los Cabos.

En el S. de la Península parece faltar casi por completo el cámbrico superior bajo la cuarcita ordoviciana transgresiva.

4) Tipos de series estratigráficas y sus relaciones con la estructura de las Cadenas Variscas

Entre las condiciones petrofaciales existen indudablemente conexiones estrechas. Basándonos en estas diferencias, tanto de carácter petrográfico como de espesor, establecemos los siguientes tipos:

1. *Tipo cantábrico*.—Caracteres diferenciales: Poco espesor relativo. Cámbrico inferior A macroclástico. Desarrollo carbonatado del

cámbrico inferior B al cámbrico medio B; intercalaciones arenosas en la parte correspondiente del cámbrico medio B; escaso desarrollo de la facies flysch desde el cámbrico medio C hasta la parte final del cámbrico superior.

2. *Tipo astúrico-occidental.*—Caracteres diferenciales. Gran espesor, sobre todo del cámbrico superior. Cámbrico inferior macroclástico A, con intercalaciones carbonatadas. Desarrollo carbonatado del cámbrico inferior B hasta el comienzo del cámbrico medio A. Desarrollo margo-arcilloso del mesocámbrico A y de la mayor parte del B; gran espesor de la facies flysch a partir del cámbrico medio C.
3. *Tipo ibérico.*—Caracteres diferenciales: Gran espesor en todos los pisos. El cámbrico inferior A es en parte macro, en parte microclástico; en la facies carbonatada sólo se encuentra en la parte baja del cámbrico inferior B; predominantemente pelítico en la parte alta del cámbrico inferior B y en el cámbrico inferior C; en donde además hay dos horizontes arenosos. Facies arcillo-margosa del cámbrico medio A y B. Desarrollo de las intercalaciones arenosas hacia el fin del mesocámbrico B; desarrollo potente de la facies flysch, que va desde el mesocámbrico C hasta el fin del cámbrico superior.
4. *Tipo Toledo.*—Caracteres diferenciales: Espesor escaso. Lagunas frecuentes debido a importantes levantamientos orogénicos sárdicos. Cámbrico inferior pelítico A, concordante con el precámbrico, al cual pasa directamente. Cámbrico inferior B carbonatado; facies pelítica sin cal desde el cámbrico inferior C (con intercalaciones arenosas) hasta el cámbrico medio B (?), con intercalaciones volcánicas. Facies flysch en el cámbrico medio alto (?) y en el cámbrico superior.
5. *Tipo Cáceres.*—Caracteres diferenciales: Frecuencia de lagunas más amplias que en el tipo 4. Equivalentes del cámbrico inferior y cámbrico medio desconocido. Escaso desarrollo del cámbrico superior en su facies clástica y transgresiva.
6. *Tipo Sierra Morena oriental.*—Caracteres diferenciales: Cámbrico inferior A, muy potente en la parte baja formada por material clástico; la parte alta es fuertemente carbonatada. Cámbrico inferior B: Fuerte desarrollo calizo en la parte baja del cámbrico inferior B; clástico potente, alternante con pelítico o psamítico en la parte alta del cámbrico inferior B y en el cámbrico inferior C. Hacia arriba pasa a la serie de vulcanitas.
7. *Tipo Sierra Morena central.*—Caracteres diferenciales: Los mismos que en la Sierra Morena oriental, pero sin vulcanitas iniciales.
8. *Tipo Sierra Morena occidental.*—Caracteres diferenciales: Cámbrico

co inferior A semejante al del tipo Ibérico; en el resto, semejante al tipo de Sierra Morena oriental, si bien de espesor menor; vulcanismo más intenso.

9. *Tipo Huelva.*—Caracteres diferenciales: Escaso desarrollo y potencia. Frecuencia de lagunas y, en general, desconocido.

En la figura 45 está descrita en forma cartográfica la distribución de estos distintos tipos cámbricos. Si se compara esta figura con la figura 46, en donde están trazadas las zonas geotectónicas de las cadenas hercinianas o veriscas, veremos la estrechas relaciones que hay entre el cámbrico y la orogenia herciniana. El tipo cantábrico es característico de la zona cantábrica. El cámbrico de los tipos de Asturias occidental e Ibérico coincide en lo esencial con el de la zona Leonésico-Astúrica. El tipo To-

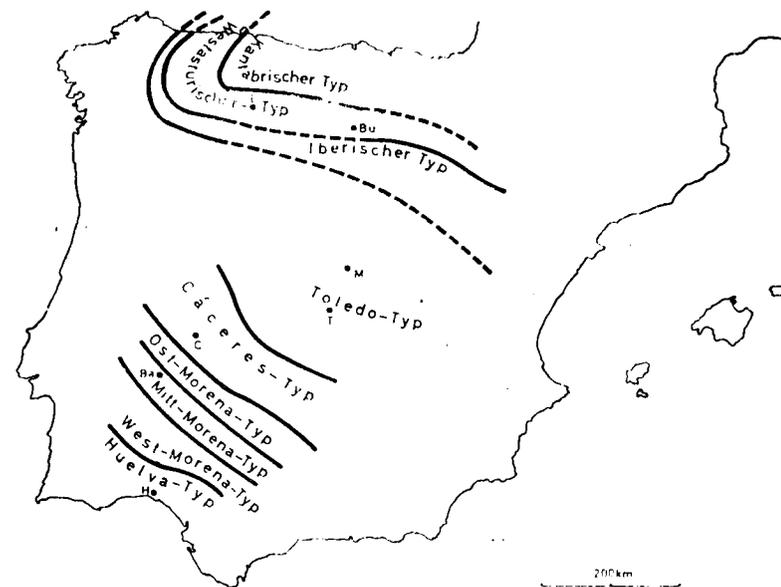


Fig. 45.—La distribución de los tipos principales de las facies cámbricas de la Península Ibérica. Escala 1:10.800.000.

- Kantabrischer Typ = Tipo cantábrico.
- Tipo astúrico occidental.
- Tipo ibérico.
- Tipo Toledo.
- Tipo Cáceres
- Tipo Sierra Morena Oriental.
- Tipo Sierra Morena Media.
- Tipo Sierra Morena Occidental.
- Tipo Huelva.

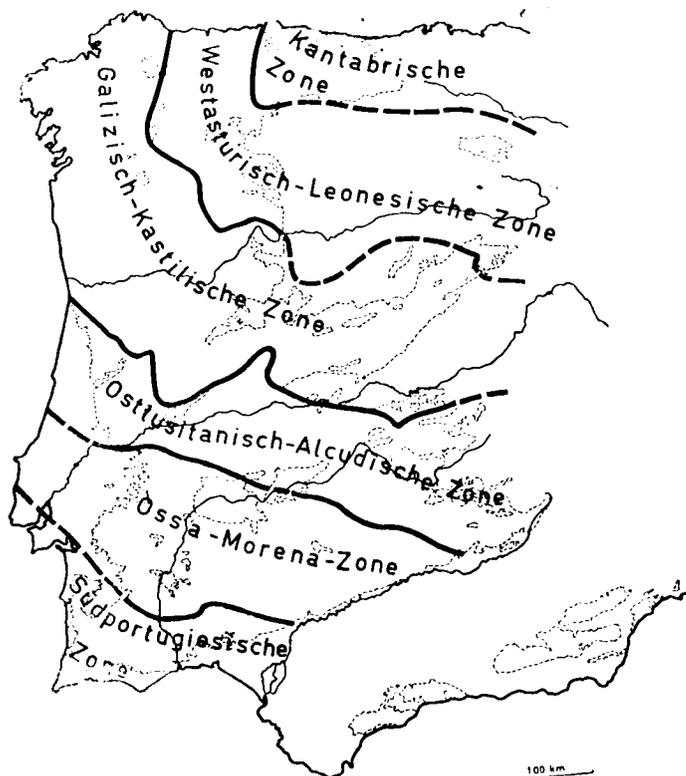


Fig. 46.—División tectónica de las Cadenas Variscas de la Península Ibérica, según Lotze, 1945., algo modificado. Escala 1:6.135.000.

De arriba abajo:

- Zona cantábrica.
- Zona astúrico occidental-leonesa.
- Zona galaico-castellana.
- Zona lusitano oriental-alcudica.
- Zona Ossa-mariánica.
- Zona surportuguesa.

ledo se encuentra también en la zona Galaico-Castellana. El tipo Cáceres lo encontramos asimismo en la zona de Alcudia y Lusitano oriental. Los tres tipos de la Sierra Morena son característicos de lo que yo llamo «zona Ossa-Morena» y el tipo Huelva se encuentra dentro de la zona surportuguesa.

Son bien claras las relaciones que hay entre el tipo astúrico occidental y el tipo Ibérico, que se diferencian poco uno de otro y que en forma

de larga banda sigue las alineaciones montañosas desde la costa Asturiana hasta el SE. de las Cadenas Celtibéricas. Lo mismo se puede decir del tipo de la Sierra Morena central, que va desde Portugal al W. de Badajoz, hasta el NW. de Córdoba.

Resulta así que en dirección transversal a las alineaciones montañosas hay un relativo y rápido cambio de facies y espesor, pero que en lo fundamental, las circunstancias sedimentarias a distancias grandes permanecen las mismas. De aquí obtenemos la importante consecuencia de que en un determinado ámbito geográfico los conocimientos estratigráficos obtenidos en el terreno se pueden transponer en principio a otros ámbitos que solamente se encuentren en la continuación de sus rumbos o direcciones orogénicas, es decir, en sentido longitudinal, pero no en sentido transversal. Las relaciones que hemos mostrado de unos a otros de estos tipos son únicamente comprensibles si tenemos en cuenta las conexiones entre las epirogénesis acaecidas en los geosinclinales cámbricos y las orogénesis posteriores, ya que, para nosotros, las epirogénesis marcan el curso que han de tener más tarde las orogénesis.

La distribución de los espesores y la extensión geográfica de los distintos tipos de series sedimentarias son así cuestiones o hechos de carácter epirogénico-tectónico. Guiados por esta noción, el «tipo cantábrico» representa el desarrollo de un mar somero estable, y su ámbito de distribución lo consideramos como un «espólón ante país», alrededor del cual la fosa que lo rodea se hunde rápidamente y constituye un ortogeosinclinal, que aparece bien caracterizado por los tipos Astúrico occidental e Ibérico (Lotze, 1959). La comprobación de que esta zona sigue y no ha alterado su desarrollo lo demuestra su potencia y su continuación hacia el NE. hacia el Golfo de Vizcaya. Esto nos permite deducir que los plegamientos variscos no terminan rápidamente bajo las olas del Atlántico, sino que, por el contrario, existe un enlace hacia Francia.

La distribución de los tipos de Toledo y Cáceres corresponde al dominio interno de la zona geosinclinal, que en el cámbrico inferior A está demostrada por la ausencia del sedimento macroclástico, que no ha pasado más allá de los países suministradores del material procedente de la denudación que más tarde, sobre todo a consecuencia de los movimientos de la fase toledánica de la orogénesis sárdica llegaron a formar una especie de umbral medio que más tarde, en el cámbrico superior, quedó cubierto en mayor o menor extensión.

Los tipos de Sierra Morena, del cámbrico inferior, corresponden a una zona de hundimiento muy activo, con sedimentación más completa y potente, en donde los materiales macroclásticos suponen la existencia de un país proveedor de ellos, que sería necesario buscar en el Suroeste. Esta zona del máximo hundimiento del cámbrico inferior está documentada

por la movilidad epirogénica resultante de un vulcanismo inicial de gran intensidad.

En el tipo de Huelva parece indicarse la presencia de una zona marginal al SW. de los geosinclinales cámbricos.

En conjunto, por consiguiente, el cámbrico de la Península Ibérica constituye el mejor ejemplo, modelo, de una sección transversal, que abarca todos los ortogeosinclinales cámbricos de nuestro país. Lo hemos representado de modo esquemático en la figura 47.

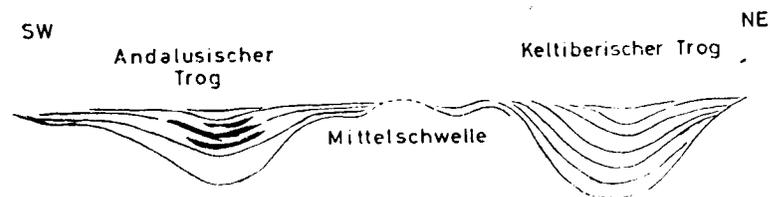


Fig. 47.—Corte geológico esquemático a través de los geosinclinales cámbricos de la Península Ibérica. Escala de longitudes 1:10.000.000. De izquierda a derecha. Cuenca andaluza, umbral o geantielinal medio; cuenca celtibérica.

5) Síntesis paleogeográfica general del cámbrico de la Península Ibérica

En la figura 48 sintetizamos los resultados de nuestras investigaciones en forma de un esquema general de carácter paleogeográfico, que apenas necesita mayores explicaciones. En el NE. se dibuja un país suministrador del cual han salido los componentes macroclásticos del cámbrico inferior. Ya en nuestras investigaciones anteriores, en el ámbito Celtibérico (LOTZE 1929) se ha podido señalar la procedencia de este material de un país situado al E. o al NE. de la Península. Por la parte SW. más extrema del País Ibérico es posible que exista un segundo territorio proveedor de material que después ha de constituir los depósitos del cámbrico. Entre ambos se han ido constituyendo los geosinclinales, que más tarde quedarán divididos por un umbral medio.

VI. EL DESARROLLO GEOCRONOLÓGICO DURANTE EL PERIODO CAMBRICO

En el dominio central (tipos Toledo, Cáceres y Sierra Morena oriental) se comprueba que la sedimentación cámbrica sigue inmediatamente a la precámbrica. Aquí, durante la gran revolución algonuica, se constituyeron geosinclinales sencillos, que son de edad cámbrica, como se de-

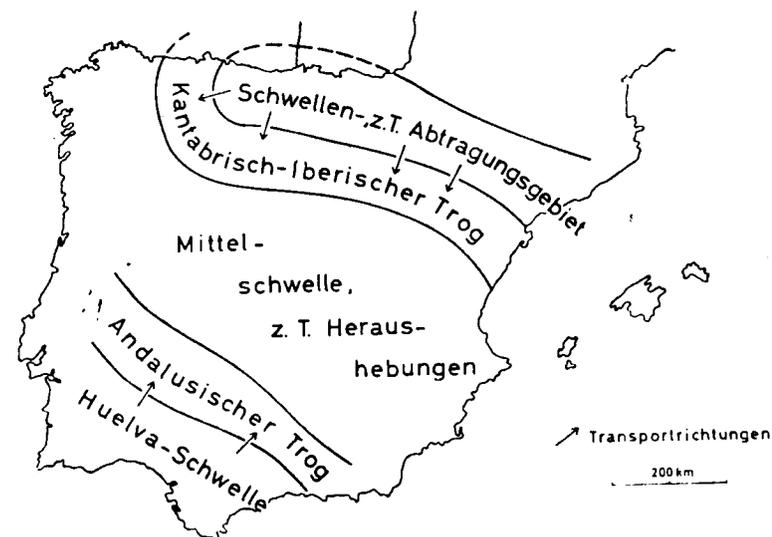


Fig. 48.—Síntesis paleogeográfica del cámbrico de la Península Ibérica, algo esquematizado. En la figura, de arriba abajo:

1. Región de anticlinales y en parte de zonas de denudación.—2. Cuenca cantábrico-ibérica.—3. Umbral central en parte, levantamientos epirogénicos.
4. Cuenca andaluza.—5. Umbral de Huelva.

Transportrichtungen = Direcciones del transporte de sedimentos.

muestra por la fauna que contiene. Al NW. de esta región, en cambio, el cámbrico es de carácter transgresivo, ya que comienza con depósitos basales de elementos macroclásticos, discordantes sobre un precámbrico plegado asintícticamente. Hacia el SW. hay algo correspondiente a este régimen tectónico y sedimentario, pero que no aparece hasta mucho más tarde en el país marginal SW., puesto que en la Sierra Morena se observa concordancia entre el precámbrico y el cámbrico. En general, el hundimiento y la sedimentación deben haberse continuado hasta el mesocámbrico alto, en donde las dos zonas marginales de los geosinclinales fueron acumulando las masas sedimentarias en gran potencia y mientras que, en cambio, el espacio intermedio quedó apenas invadido por los sedimentos.

El vulcanismo se ha ido realizando a modo de zonas en la España meridional, en donde ha llegado a alcanzar espesores considerables. Parece que el vulcanismo empezó en el cámbrico inferior C y siguió hasta el cámbrico superior; sus fases finales llegaron por el N. hasta más allá de Ciudad Real.

En la fase toledánica del plegamiento sárdico, es decir, en el límite entre el cámbrico medio y el cámbrico superior, ha habido plegamientos débiles en ciertos dominios geosinclinales; donde con mayor intensidad han existido estos plegamientos se encuentra en el cámbrico del tipo Toledo y Cáceres. Aquí llegó a formarse un umbral en el cual los sedimentos cámbricos fueron eliminados en gran parte por la denudación. En las Cadenas Ibéricas la fase orogénica se reconoce solamente aquí y allá, y, por tanto, es de carácter local y débil; por el contrario, en la España meridional, alcanza una gran extensión, según tuve ocasión de decir el año 1956.

En el cámbrico superior, las formas montañosas, lo mismo que los altipaisés emergidos, de fuerte carácter morfológico, quedaron arrasados. El geosinclinal volvió una vez más a convertirse en región de hundimiento, en donde se sedimentaron con una gran potencia y extensión los sedimentos clásticos de tipo flysch. Un segundo plegamiento se reconoce entre el cámbrico superior y el ordovícico, es decir, en la fase Ibérica del plegamiento sárdico. En donde mayor intensidad alcanzó este plegamiento fué en las partes más centrales del geosinclinal; en cambio, en la cubeta marginal celtibérica alcanzó solamente un desarrollo poco potente, y en el dominio astúrico y cantábrico, es decir, hacia el borde NE. del geosinclinal, este plegamiento falta por completo.

VII. LA POSICION DEL CAMBRICO ESPAÑOL DENTRO DEL CAMBRICO DEL MEDITERRANEO OCCIDENTAL Y DEL EUROPEO EN TOTAL

Para hacer una comparación de alguna utilidad general entre el cámbrico español y el de otras naciones de Europa y Africa, es de un especial interés el estudio de la Montagne Noire (Francia), isla de Cerdeña (Italia) y Marruecos (Africa), que son los países más próximos a la Península Ibérica. Estudiaremos sucesivamente estos territorios limítrofes.

1) Montagne Noire

El cámbrico de la «Montagne Noire» ha sido objeto de un estudio detenido por parte de GÈZE el año 1956. En la vertiente meridional de la montaña el espesor del cámbrico, especialmente en los Monts du Minervois, alcanza de 1.500 a 2.500 m., y en los Montes de Pardailhan, situados más al E., alcanza todavía espesores mayores, por lo menos de 2.500 a 3.600 metros.

Según este investigador, el corte normal del cámbrico de la Montagne Noire es el siguiente, de arriba abajo:

Capas de transición del cámbrico al ordovícico.

Capas Barroubio.

Pizarras de *Paradoxides*.

Calizas de *Archaeocyathus* («formación caliza»).

Capas de Pardailhan.

Capas de Marcory.

Las «capas de Marcory» pasan en transición, por su parte baja, al precámbrico; la parte cámbrica comienza a menudo con un conglomerado basal y está constituida por una serie clástica arenoso-pizarrosa con arcosas y cuarcitas. La sedimentación, relativamente gruesa, indica la proximidad de la costa y, por consiguiente, un mar de poca profundidad. No se ha encontrado ninguna fauna característica.

Las «capas de Pardailhan» constituyen una serie alternante arenoso-caliza de un aspecto muy típico; a juzgar por su descripción se parecen de un modo sorprendente a las capas de Barrios.

La «serie caliza» se compone en parte de calizas y en parte también de dolomitas grises azules o de color oscuro. Constituye una serie a veces en masa, a veces en bancos; toda ella de gran potencia.

La «pizarras de *Paradoxides*» son en parte calcáreas, en parte constituidas por pizarras arcillosas, que han dado una rica fauna de trilobites.

La «serie de Barroubio» es de un carácter monótono y se parece mucho a la ya citada de Marcory; se compone de areniscas verdes y cuarcitas, pizarras arcilloso-arenosas; por excepción contiene también lentejones de caliza. Del mismo carácter es la serie de transición que hacia la parte superior, es decir, hacia el techo, pasa de modo insensible al ordovícico.

Basándonos en la Litología suponemos que las capas de Marcory se podrían paralelizar con las de Cándana; las capas de Pardailhan serían comparables con las de Barrios; la serie caliza, con las calizas de Vegadeo; las pizarras de *Paradoxides*, con las margas de Vegadeo, y el resto de la serie francesa, con la serie de los Cabos. Con esta paralelización existe una concordancia paleontológica, salvo en un solo caso, por excepción.

Así, por ejemplo, en la parte superior de la serie de Barroubio se han encontrado restos de trilobites, que si bien no son determinables en cuanto a su especie, se parecen mucho a los trilobites de los géneros del cámbrico superior *Peltura* y *Cyclognathus*, según nos dicen COBBOLD y STUBBLEFIELD (GÈZE, 1956, pág. 196). En la parte inferior, según GÈZE, se encuentra *Proampyx difformis* (que para GÈZE es *Agraulos difformis*). A esta especie le acompañan *Solenopleura cannati* (CRÖNWALL y MIQUEL); *Paradoxides* cf. *forchhammeri* y otros, que en conjunto forman una co-

munidad de trilobites muy característica para el mesocámbrico C. Si lo comparamos este tramo con el equivalente de la Península Ibérica, observaremos que abunda mucho más en trilobites.

De las pizarras de *Paradoxides* de esta región francesa es ya conocida una fauna rica en trilobites que según THORAL (1935, 1945) permite una subdivisión más exacta.

Este autor establece el siguiente cuadro:

Cámbrico medio II Piso de <i>Paradoxides</i> <i>mediterraneus</i>	c) Horizonte de <i>Conocorypre (Bailiella) levyi</i> .
	b) Horizonte de <i>Conocoryphe (Couloumania) brevifrons</i> , <i>Conocoryphe pseudooculata</i> y <i>Platagnostus immensus</i> .
	a) Horizonte con <i>Conocoryphe (Couloumania) herberti</i> .
Cámbrico medio I	Que contiene el piso de <i>Paradoxides rouvillei</i> , acompañado por <i>Corynexochus delagei</i> , <i>Calodiscus</i> y otros.

Ya hemos hablado de las relaciones que hay entre las margas de trilobites mesocámbricas de las Cadenas Ibéricas y del NW. de España con esta otra serie francesa.

Así como en general parece que hay una armonía evidente entre la Montagne Noire y España, no se puede decir ya esto para las capas de *Pardailhan*, por lo menos para la pequeña fauna (2 trilobites) que THORAL en 1935 señala de este horizonte en una localidad a unos 250 metros al W. de la aldea Pardailhana, y en donde pudo determinar los trilobites *Blayacina miqueli* de COBBOLD y *Olenopsis thoralii* de COBBOLD. Si en verdad fuera cierto que esta segunda forma resultara un *Olenopsis* (= *Dolerolenus*), entonces se podría asegurar la paralelización de este tramo con el de las capas de Barrios, pero ya RUDOLF y E. RICHTER situaban la forma, en el año 1948, próxima, en cuanto a su parentesco, a *Lustatiops*, que es un Protolénido primitivo. HUPÉ (1952) creó el género *Thoralaspis*, y lo consideraba como tipo de este nuevo género de Protolénidos. Asimismo, SZUY (según comunicación escrita del año 1959) no tiene nada que objetar en cuanto a la colocación estratigráfica de este fósil entre los Protolénidos (desde luego, según lo que le hacían ver los grabados del trabajo de HUPÉ, que tuvo ocasión de examinar). La *Blayacina miqueli*, según HUPÉ pertenece también a los Protolénidos en su subfamilia de los Protoleniníidos. Además, HUPÉ (1960, pág. 82) encontró en estas mismas capas la nueva especie *Alanisia migratoria*. En este nivel estratigráfico

tan bajo no han sido hallados en España los Protolénidos. En España, *Alanisia* es característica del cámbrico inferior C y del cámbrico medio bajo A. A mi modo de ver, es necesario comprobar las circunstancias locales de los distintos yacimientos donde se han hallado estos fósiles. La comparación de la Montagne Noire con España lleva a hacer pensar que la fauna francesa no se encuentra en el yacente o muro de la serie, sino en el techo o pendiente de la serie caliza (¿se trataría de un vuelco de las capas o de un corrimiento tectónico?).

2) Cerdeña

MARTIN SCHWARZBACH (1939) nos da la siguiente descripción de los terrenos cámbricos por él estudiados en esta isla italiana:

~~~~~ Plegamiento sárdico ~~~~~

Cámbrico medio: Pizarras de *Paradoxides* y *Conocoryphe*.

Cámbrico inferior: 3. Pizarras calizas.

2. Serie potente de calizas y dolomitas.

1. Arenisca con arqueociátidos.

Parece indudable que esta serie es incompleta, lo mismo por abajo que por arriba. Por la parte superior en todo caso debemos atribuir esta laguna sedimentaria al plegamiento sárdico que toma este nombre precisamente de la Isla de Cerdeña, su «locus typicus». El horizonte 1, lo mismo por su carácter petrográfico que por sus fósiles, corresponde a las capas de Barrios (*Olenopsis* = *Dolerolenus*). Las calizas que le siguen se pueden comparar también a las de León o a las de Ribota. Las pizarras calcáreas se pueden comparar a las pizarras de Huérmeda y a las capas bajas de Murero. Por último, las pizarras de *Paradoxides* y *Conocoryphe* son equivalentes a las restantes capas de Murero.

En conjunto, vemos que en el cámbrico de Cerdeña existen numerosas concordancias o coincidencias con sus equivalentes del tipo occidental de Asturias o del tipo Ibérico.

## 3) Marruecos

En Marruecos, y sobre todo en el Antiatlas, extraordinariamente fósilífero, la división del cámbrico inferior, según HUPÉ (1960), se puede hacer del modo que sigue:

|                          |    |                                                                                                                                     |
|--------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| II. Piso<br>issafeniense | 5. | Subpiso aguiliense, unos 250 m.: primeramente de arenisca arcésica, luego algunos metros de caliza, y el resto de tobas volcánicas. |
|                          | 4. | Subpiso tasektiense, unos 200 m. de pizarras bastante duras, grises o violetas, a veces verdes, ricas en componentes volcánicos.    |
| I. Piso<br>susiense      | 3. | Subpiso timghitiense, 150 m. de capas como las del tramo 2, en la parte inferior, también areniscas.                                |
|                          | 2. | Subpiso amuslekiense, 250 m.: pizarras verde-calro con lentejones de caliza.                                                        |
|                          | 1. | Subpiso asadasiense, 400-450 m.: calizas en bancos con arqueociátidos (Choubert, 1952).                                             |

Substrato o muro: Calizas inferiores con *Collenia*.

El límite precámbrico-cámbrico, según esto, se encontraría en medio de un potente complejo calizo, en donde el cámbrico debe suponerse que comienza con la aparición de los primeros *Archaeocyathacea*.

En cuanto a las circunstancias litoestratigráficas, me atrevería a establecer la comparación del Aguiliense, abundante en vulcanitas, con las rocas ricas también en materiales volcánicos de la Sierra Morena, que allí yacen sobre las margas de trilobites; así como podrían compararse las pizarras subyacentes y las intercalaciones arenosas con la serie de Lobo, capas de Molinos y capas de Pino; y, del mismo modo, las calizas inferiores con las calizas de Agua o sus equivalentes. Las capas de Barrios y la serie de Cándana podrían corresponderse con la parte del «precámbrico» marroquí, que a juzgar por lo que dice HUPÉ se enlazan con las calizas inferiores del substrato.

Las circunstancias bioestratigráficas no obstante, muestran una paralelización diferente, puesto que, según HUPÉ (1960), en el cámbrico inferior de Marruecos tenemos la siguiente serie:

|    |    |                                                                                                                                                                                                              |
|----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| II | 5. | Zonas de trilobites }<br>Biozona de <i>Myopsolenus</i> } Biozona de <i>Hamatolenus</i>                                                                                                                       |
|    | 4. | Biozona de <i>Longianda</i> (en el cuarto superior también con <i>Kjerulfia</i> , <i>Alanisia</i> , <i>Saukianda andalusiae</i> , <i>Delgadella</i> , <i>caudata</i> , etc.) } Biozona de <i>Termierella</i> |
| I  | 3. | h) Biozona de <i>Bondonella</i> y <i>Neltneria</i><br>a) <i>Antatlasia hollardi</i>                                                                                                                          |
|    | 2. | c) Biozona de <i>Daguinaspis</i><br>b) Biozona <i>Choubertella</i><br>a) Biozona de <i>Fallotaspis tazemhourtensis</i>                                                                                       |
|    | 1. | Archaeocyathidos                                                                                                                                                                                             |

Las últimas relaciones faunísticas con el S. de España se comprueban aquí con el subpiso II-4 Tascusektiense, puesto que corresponde en su cuarta parte superior de modo indudable a las capas superiores de Molinos y de Lobo en el S. de Guadalcanal o a sus equivalentes en Cala. Ambos dominios muestran en común la presencia de Holmiinae (*Kjerulfia* o *Andalusiana*, *Alanisia*, *Saukianda andalusiae* y *Delgadella caudata* [= *souzaei*]). La única diferencia es debida a que en el S. de España es posible hacer una división geocronológica más fina de las faunas, debido a que *Andalusiana* constituye el horizonte más bajo (capas superiores de Molinos). Mientras que *Delgadella caudata* aparece más tarde, y *Saukianda andalusiae*, junto con *Alanisia*, finalmente (capas superiores de Lobo). Pero como veíamos antes, según señalábamos, al S. de la estación del F. F. C. C., en Alanís, la fauna con *Delgadella caudata* y la fauna de *Saukianda* se mezclan de tal manera que no puede ser que exista una gran distancia geocronológica entre una y otra. El resto de las capas de Molinos y de Pino se podrían comparar con las tres cuartas partes inferiores del Taseusektiense.

El dominio de los Dolerolénidos muestra una semejanza grande del Amuslekiense (subpiso I-2) con las capas de Barrios, de tal manera que estos dos series de capas podrían paralelizarse entre sí, con lo cual obtenemos un esquema ya anotado atrás.

Las calizas del Assadasiense marroquí, según esto, corresponderían a las de Cándana del NW. de España, a pesar de la diferencia de aspecto que tienen unas de otras. Pero en cambio, parece que hay una cierta semejanza facial entre estas capas africanas y las calizas de Cudillero y del corte del Sil. El Amuslekiense correspondería a las capas de Barrios y a las capas fuertemente calizas de Campoallá del S. de España. Las calizas de Agua o las dolomitas de León serían, en su parte inferior, semejantes a las del Thinghitiense, pero hacia arriba subirían hasta el Taseusektiense inferior. Además, como se ve en Marruecos, tanto el Timghitiense como el Taseusektiense inferior contienen intercalaciones calizas.

| España              | Marruecos                                    |
|---------------------|----------------------------------------------|
| Cámbrico inferior C | Aguiliziense                                 |
| Cámbrico inferior B | Taseusektiense                               |
| Cámbrico inferior A | Timghitiense<br>Amuslekiense<br>Assadasiense |

Coinciden en España y en Marruecos las faunas mezcladas de la transición del cámbrico inferior al cámbrico medio. HUPÉ (1960, pág. 81), de las capas mesocámbricas bajas del Antiatlás, entre Tata e Imitek, cita: *Acadoparadoxides maroccanus*, n. sp.; *Acadoparadoxides sacheri* (BARR.); *Micmacca meridionalis*, n. sp.; *Parakingaspidoide truncatus*, n. sp., n. género; *Myopsolenus magnus*; especies de *Hamatolenus*, *Pseudolenus*, *Lusatiops*, *Kjerulfia*, etc., es decir, representantes de los paradoxides juntos con elementos del cámbrico inferior, de la misma manera que en Celtiberia, en el nivel de *Paradoxides mureoensis*. Inmediatamente debajo faltan todavía los *Paradoxides*, y la fauna contiene solamente elementos del «cámbrico inferior», tales como especies de los géneros *Kingaspidoide*, *Myopsolenus*, *Hamatolenus*, *Protolenus*, *Lusatiops*, etc., y en parte incluso las mismas especies que en las capas más bajas de *Paradoxides*.

El mesocámbrico marroquí tiene un espesor de unos 1.000 metros de pizarras de *Paradoxides*, que en su parte superior pasan a areniscas de *Conocoryphe*. La zona *forchhammeri* no está demostrada con fósiles. En su parte superior se encuentran coladas básicas y tobas, básicas también, que los autores franceses sitúan en el cámbrico superior.

#### 4) Alemania

Cámbrico inferior fosilífero solamente se conoce en Alemania en la región de Lausitz. Según SCHWARZBACH (1934), la serie que hay aquí (véase SDZUY, 1960), es como sigue:

Techo: desconocido.

3. Pizarras grauváquicas y grauvacas con banquitos calizos, por lo menos de 30 metros de espesor.
3. Pizarras de *Protolenus*. Pizarras grises, arenosas, con nódulos calizos meteorizados, 10 a 12 metros
2. Pizarras de *Eodiscus*. Pizarras arcillosas rojas, violetas, lisas, de exfoliación delgada, de 6 a 10 metros
1. Calizas claras cristalinas, capas de espesor variable pero claramente estratificadas, en parte dolomíticas, en parte veteadas, con intercalaciones ocasionales de pizarras rojizas, por lo menos 100 metros.

Muro o yacente: desconocido.

Litoestratigráficamente, existen coincidencias aceptables al cámbrico inferior de España. El horizonte inferior calizo recuerda a la dolomita de Ribota o a la caliza de Agua. Las pizarras que se le superponen corresponden parcialmente a las pizarras de Huérmeda, y más todavía a las margas de Herrerías. Las capas grauváquicas de la parte superior se

pueden paralelizar con la cuarcita de Daroca de las Cadenas Ibéricas o con las capas de Vereda de la Sierra Morena oriental.

Bioestratigráficamente, las relaciones son bastante íntimas también; así, por ejemplo, las pizarras de *Eodiscus* contienen no raramente *Serrodiscus* cf. *speciosus* (FORD, 1873) y *Serrodiscus silesicus* (R. y E. RICHTER, 1940), además hay restos de *Lusatiops* y *Hyolithes*. De las pizarras de *Protolenus* se conocen *Serrodiscus speciosus*; *Lusatiops lusaticus* (SCHWARZBACH, 1933); *Lusatiops beberki* (SCHWARZBACH, 1939); *Wanneria* cf. *walcottana* (WANNER, 1901), y *Micmacca schwarzbachi* (R. y E. RICHTER, 1941). En el horizonte de las grauvacas solamente se ha hallado una cabeza de trilobites indeterminable (según SCHWARZBACH podría ser de *Strenuelia?*); además hay braquiópodos y *Hyolithes*.

Según SDZUY (1960, pág. 106), entre las pizarras de *Eodiscus* y de *Protolenus* no hay una gran distancia estratigráfica. La diferencia de fauna se debe más bien a razones ecológicas. Para SDZUY, las capas pertenecen al cámbrico inferior alto, pero no al más alto, y lo mismo se puede decir de las pizarras alemanas equivalentes a las que contienen las faunas de Huérmeda y de Herrerías o de Lobo y Molinos.

En las montañas Bober-Katzbach, sobre el cámbrico inferior, se encuentra una potente serie de pizarras verdes, a las que se llama cámbrico superior, pero mejor sería darles el nombre neutral de cámbrico más alto (véanse SCHWARZBACH, 1936; SAMSONOWICZ, 1956; SDZUY, 1960). Esta serie puede corresponderse completamente con la serie de vulcanitas del S. de España y de Marruecos, y por consiguiente, podría pertenecer también al cámbrico inferior más alto.

El mesocámbrico fosilífero de Alemania, que se encuentra en Frankenwald, y en los sondeos de Doberlug, en el Lausitz bajo, muestra afinidades litofaciales y faunísticas con el de España. Estas afinidades de tipo zoogeográfico han sido señaladas por SDZUY (1958, págs. 452-454). Para este autor, la fauna de Lippertsgrün, de Frankenwald, del piso de *Paradoxides paradoxissimus*, es puramente mediterráneo. La fauna del sondeo Doberlug IV, que por su edad corresponde al piso de *Paradoxides rouvillei*, es completamente mediterránea, ya que hay dos especies de *Parardailhania*, dos de *Conocoryphe* y una de *Parabailiella*.

#### 5) Resultado general

De los hallazgos de fósiles en el campo y de los estudios comparativos que hemos realizado sobre el cámbrico de distintos países deducimos las relaciones paleogeográficas íntimas que existirían en el mar, según muestran los depósitos, entre el cámbrico marroquí, español, portugués, sardo y francés meridional. Por lo menos de tiempo en tiempo, como ocurre

en el cámbrico inferior alto y en el mesocámbrico medio, el mar cámbrico del Mediterráneo occidental tenía relaciones faunísticas y litológicas con el alemán, y más allá, con el bohémico, polaco y sueco. De la misma manera existirían relaciones paleogeográficas con Inglaterra, como lo muestran de manera tan sorprendente los caracteres petrográficos y faunísticos, por lo menos en cuanto a los braquiópodos, entre la serie de los Cabos y los *Lingula* Flags.

El cámbrico sería un mar geosinclinal con otros epicontinentales de carácter, nerítico, en forma de mares euxínicos y bahías. En esencia, las diferencias faunísticas, según Szvuy (1958), se pueden relacionar con las diferencias ecológicas que entonces reinaban. Es comprensible que existieran relaciones euxínicas, respecto a sus condiciones de vida, diferentes a las del mar bien oreado del geosinclinal cámbrico, del cual formaba parte la Península Ibérica.

## BIBLIOGRAFIA

- BARRANDE: *Représentation des colonies de Bohême dans le bassin Silurien du N. O. de la France et en Espagne.*—Bull. Soc. géol. France, 2 Sér. 20, 490.
- *Etat actuel des connaissances acquises sur la faune primordiale.*—Bull. Soc. géol. France, 16, 516-546, Paris, 1859.
- BARROIS, CH.: *Relation d'un voyage géologique en Espagne.*—Ann. de la Soc. géol. du Nord, 4, 292-303, 1877 (Bol. Com Mapa geol. Esp., 4, 373 ff., 1877).
- *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice.*—Mém. Soc. géol. Nord, 2, Mém. 1, 630 S., 20 Taf., Lille, 1882.
- BARROIS, CH. & OFFRET: *Mémoire sur la constitution géologique du sud d'Andalousie, de Sierra Tejada à la Sierra Nevada.*—Mission d'Andalousie, 78.-167, Paris, 1889.
- BORN, AXEL: *Das Kambrium.*—(In:) SALOMON, *Lehrbuch d. Geologie*, Stuttgart, 1926.
- BRINKMANN, R.: *Abriß d. Geologie*, 21, 8. Aufl.—Stuttgart (Enke), 1959.
- BUBNOFF, S. v.: *Einführung in die Erdgeschichte.*—1. Aufl., Berlin, 1940; 2. Aufl., Halle, 1949; 3. Aufl., Berlin, 1956.
- CASIANO DE PRADO: *Sur la géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède.*—Bull. Soc. géol. de France, Sér. 2, 12, 182-204, 1855.
- CASIANO DE PRADO; DE VERNEUIL & BARRANDE: *Sur l'existence de la faune diale dans la chaîne Cantabrique.*—Bull. Soc. géol. France, Sér. 2, 17, 516 ff., 1860.
- CASTEL, CARLOS: *Descripción de la provincia de Guadalajara.*—Bol. Com. Mapa geol. de Esp., 8, 1881.
- COMTE, P.: (Verschiedene Aufsätze in den Compt. Rendus de l'Académie des Sciences).—Paris, 1929-1939.
- CORTAZAR, DANIEL DE: *Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real.*—Bol. Com. Mapa geol. de Esp., 7, 289 S., 1880.
- DEBRENNE, FRANÇOISE: *Sur un représentant de la famille de Syringocnematidae de la région d'Alanis (Espagne).*—C. r. somm. Séanc. Soc. géol. France, 1958, 58.
- DELGADO, J. F. BERY: *Terrenos paleozóicos de Portugal: Sobre a existencia do terreno siluriano no Baixo Alentejo-Lisboa.*—Typog. Acad. real Sci., 1876, 4-6.
- *Relatorio da commissao desempenhada em Hespanha no anno de 1878.* Typog. Acad. real Sci., 5, Lisboa, 1879.
- DEREIMS, A.: *Recherches géologiques dans le sud de l'Aragon.*—Thèses Fac. Sci. Paris, Lille, 1898.

- DONAYRE, FELIPE MARTÍN: *Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza*.—Mem. Com. Mapa geol. de Esp., 1874, 51-58.
- DUROCHER: Ann. d. Mines, 4. Sér., 6, 35, 1844.
- EGOZCUE, J. & MALLADA, L.: *Descripción geológica de la provincia de Cáceres*.—Mem. Com. Mapa geol. Esp., 1876.
- FÄRBER, ALBERT: *Stratigraphie und Tektonik der westasturischen Küste zwischen den Flüssen Navia und Nalón (Spanien)*.—Diss., 140 S., 72 Abb., 4 Karten., Münster, 1958.
- FERNÁNDEZ DE CASTRO, MANUEL: *Advertencia*.—Bol. Mapa geol. Esp., 5, 1878.
- FONTBROTÉ, J. M.: *Sobre la presencia de terrenos cámbricos en el valle de Ribas (Pirineos Catalanes)*.—Estud. geol. 8, 209-220, 3 Abb., Barcelona, 1948.
- FRICKE, WOLFG.: *Die Geologie des Grenzgebietes zwischen nordöstlicher Sierra Morena un Extremadura*.—Diss., 91 S., Berlin, 1940.
- GÈZE, BERNARD: *Les terrains cambriens et antécambriens dans le sud du Massif Central français (Montagne Noire et Cévennes méridionales)*. [In:] *El sistema cámbrico*, 185-234, 14 Abb., México (XX. Cong. geol. internat.) 1956.
- GIL & MAESTRE, AMALIO: *Descripción de la provincia de Salamanca*.—Mem. Com. Mapa geol. Esp., 1880, S. 143 ff.
- GONZALO Y TARÍN, JOAQUÍN: *Reseña físico-geológica de la provincia de Badajoz*.—Bol. Com. Mapa geol., 6, 389 S., 1879.
- HENNINGSMOEN, G.: *Los trilobites de las capas de Saukianda, Cámbrico inferior, en Andalucía*.—Estud. geol., 14, 251-271, 1958.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, EDUARDO: *Le Cambrien de la Sierra de Córdoba (Espagne)*.—C. r. Acad. France, 166, 611, 1918.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: AZPEITIA F. & FAURA, M.: *Acta de la Sesión del 1 de febrero de 1911 de la Real Sociedad Española de Historia Natural*.—Bol. real Soc. españ. Hist. natur., 11, 81, Madrid, 1911.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *Denudación de la costa de la provincia de Lugo*.—Bol. Inst. geol. Esp., 34 (1913), Madrid, 1914.
- *Hierros de Galicia*.—Madrid (Inst. Geol.), 1922.
- *El sistema cambriano*.—Explicación del nuevo Mapa geológico de España, 1, Madrid, 1935.
- *El sistema siluriano*, 1.—Explic. Mapa geol. España, 2, Madrid, 1942.
- HUPÉ, P. R.: *Sur le Cambrien inférieur du Maroc*.—Rap. XXI Sess. int. geol. Congr., 8, 75-85, Kopenhagen, 1960.
- JARITZ, WERNER: *Stratigraphie, Magmatismus und Tektonik der kantabrischen Küste im asturisch-galizischen Grenzgebiet*.—Dis., 123 S., 59 Abb., 3 Kt., Münster, 1958.
- KAYSER, E.: *Geologische Formationskunde*, 1.—6.—7. Aufl., Stuttgart, 1923.
- KELCH, HANS-JÜRGEN: *Stratigraphie und Tektonik der zentralen Extremadura im Bereich der westlichen Sierra de San Pedro (Spanien)*.—Diss., 145 S., 54 Abb., 1 Taf., Münster, 1957.
- KOBAYASHI: *The Cambrian of Korea and its relation to the other Cambrian territories*.—*El sistema cámbrico, su paleogeografía y el problema de su base*, 1, T. 1, 343-362, 2 Abb., México, 1956.
- LAPPARENT, DE: *Traité de géologie*.—672 S., 1882.
- LEYMERIE: *Description des Pyrénées de la Haute Garonne*.—S. 180, 1881.
- LLARENA, JOAQUIN GÓMEZ DE & ARANGO, CELSO RODRÍGUEZ: *Datos para el estudio geológico de la Babia Baja (León)*.—Bol. Inst. geol. y min. España, 61, Madrid, 1948.
- LOTZE, FRANZ: *Stratigraphie und Tektonik des keltiberischen Grundgebirges (Spanien)*.—Abh. d. Ges. d. Wiss. Göttingen math.-phys. Kl. n. F., 14, (Beitr. Geol. westl. Mediterrangebiete Nr. 3), Berlin, 1929.
- *Bericht über die Ergebnisse der geologischen Untersuchungen im Huelva-Distrikt*.—Nichtveröffentl. Gutachten, 1937.
- *Die Iberische Holbinsel*.—Geol. Jb., 4 B, 245-257, 1942
- LOTZE, FRANZ: *Die Stellung der Sierra Morena im Rahmen der spanischen Varisziden*.—Vortrag am 19. 2. 1951; Referat in: Z. dt. geol. Ges., 103 (1951), 134, Hannover, 1952.
- *Probleme des spanischen Kambriums und neue Forschungsergebnisse*. Vortrag am 15. 2. 1954; Referat in: Z. dt. geol. Ges., 105 (1953), 571, Hannover, 1955.
- *Estratigrafía y tectónica de las Cadenas paleozóicas Celtibéricas*.—Publ. extranjerías sobre Geol. España, 8, Madrid, 1954-1955.
- *Forschungen zur Stratigraphie des westmediterranen Kambriums*.—Jb. Akad. Wiss. Lit., 1954, 70-72, und 1955, 68-69, Mainz.
- *Das Präkambrium Spaniens*.—N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1956, H. 8, 373-380, Stuttgart, 1956. (1956 a)
- «Ordogot» statt «Silur». *Eine Anregung*.—N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1956, H. 8, 399-400, Stuttgart, 1956. (1956 b)
- *Über sardische Bewegungen in Spanien und ihre Beziehungen zur assyntischen Faltung*.—Geotekt. Sympos. zu Ehren von H. STILLE, 128-132, Stuttgart, 1956. (1956 c)
- *Zum Alter nordwestspanischer Quarzit-Sandstein*.—N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1957, H. 10, 464-471, Stuttgart, 1957.
- *Zur Stratigraphie des spanischen Kambriums*.—Geol., 7, H. 3-6, 727-750, Berlin, 1958.
- *Das Westende der Pyrenäen*.—Jb. Akad. Wiss. u. Lit., 1958 279-284, Mainz, 1958.
- *El precámbrico de España*.—Not. Comun. Inst. geol. min. España, 60, 227 bis 240, Madrid, 1960.
- MAASS, RUDOLF: *Stratigraphie und Tektonik im Raum nordöstlich Córdoba*.—Diss., 201 S., 36 Abb., Münster 1957.
- MACHENS, E.: *Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Iberischen Meseta im Bereich des oberen Guadiana*.—Diss., 173 S., 78 Abb., 2 Tab., 1 Prof., Münster, 1954.
- MACPHERSON, J.: *Sobre la existencia de la fauna primordial en la provincia de Sevilla*.—Ann. Soc. españ. Hist. natur., 7, 1878.
- *Sobre la existencia de la fauna primordial en la provincia de Sevilla*. Bol. Com. Mapa geol. Esp., 7, 281-284, 1880.
- MALLADA, L.: *Synopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España*, t. 2.—Bol. Com. Mapa geol. Esp., 2, S. 14 ff., 1875
- MALLADA, L. & BUITRAGO, J.: *La fauna primordial a uno y otro lado de la Cordillera Cantábrica*.—Bol. Com. Mapa geol. Esp., 5, 1 ff., 1878.
- MELÉNDEZ MELÉNDEZ, BERMUDO: *Los terrenos cámbricos de la Península*

- Hispanica*.—Trab. Inst. Cienc. natur. «JOSÉ DE COSTA». Ser. geol., 1, Nr. 1, 179 S., 15 Abb., 40 Taf., Madrid, 1943.
- *Contribución al estudio del paleozóico aragonés*.—Trab. Inst. Cienc. natur. «JOSÉ DE ACOSTA». Ser. geol., 3, Nr. 1, 149 S., 35 Abb. i. Text, 26 Taf., Madrid, 1944.
- *Los Trochocystites del Pirineo*.—Bol. real Soc. españ. Hist. natur., 76 (1953), 97-105, Madrid, 1954.
- MERTEN, R.: *Stratigraphie und Tektonik der nordöstlichen Montes de Toledo (Spanien)*.—Diss., 109 S., 59 Abb., Münster, 1955.
- MICHEL-LÉVY & BERGERON: *Etude géologique de la Serranía de Ronda*.—Mission d'Andalousie, 171-348, París, 1889.
- MONREAL, LUIS NATALIO: *Datos geológicos acerca de la provincia de León recogidos durante la campaña de 1877 a 1880*.—Bol. Com. Mapa geol. Esp., 5, S., 201, 6, S. 311, 7, S. 233, Madrid 1878-1881.
- OPIK: *Cambrian geology of the Northern Territory*.—El sistema cámbrico, su paleogeografía y el problema de su base, 2, H. 2, 25-54, 2 Abb., México, 1956.
- PAILLETTE, A.: *Recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies*.—Bull. Soc. géol. France, 2. Sér., 20, 439 ff., 1845.
- PAILLETTE, A. & BÉZARD: *Coup d'oeil sur les minerais de fer des Asturies*.—Bull. Soc. géol. France, 2. Sér., 6, 575, 1849.
- LE PLAY: *Ann. des Mines*, 6, 337, 1834.
- PRADO, CASIANO DE: *Sur la géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède*.—Bull. Soc. géol. France, 2. Sér., 12, 182 ff., 1855.
- REDLIN, KURT: *Stratigraphie und Tektonik in der mittleren Sierra Morena im Bereich des Valle de Alcudia (Spanien)*.—Dis., 192 S., 91 Abb., 3 Fossiltaf., 6 Beil., Münster, 1955.
- RICHTER, RUD. & S.: *Eine Crustacee (Isoxys carbonelli n.sp) in den Archaeocyathus-Bildungen der Sierra Morena und ihre stratigraphische Beurteilung*.—Senckenbergiana, 9, 188-195, Frankf. a. M. 1927.
- *Die Saukianda-Stufe von Andalusien, eine fremde Fauna im europäischen Ober-Kambrium*.—Abh. senckenb. naturf. Ges., 450, Frankf. a. M. 1940.
- *Die Fauna des Unter-Kambriums von Cala in Andalusien*.—Abh. senckenb. naturf. Ges., 455, Frankf. a. M. 1941.
- *Zur Frage des Unter-Kambriums in Nordost-Spanien*.—Senckenbergiana, 29, 23-39, Frankf. a. M. 1948.
- *Die Frage der Saukianda-Stufe (Kambrium, Spanien)*.—Senckenbergiana, 30, 217-240, Frankf. o. M. 1949.
- ROSO DE LUNA, ISMAEL & HERNÁNDEZ-PACHECO, FRANCISCO: *Mapa geológico de España, 1:50.000, Explicación de la Hoja núm. 750, Gallina (Badajoz)*.—56 S., 6 Abb., 1 Übersichtskt., 9 Phototaf., 1 Kt., 1 Profiltaf., Madrid, 1954 (1950 a).
- *Mapa geológico de España, 1:50.000, Explicación de la Hoja núm. 776, Montijo (Badajoz)*.—66 S., 10 Abb., 11 Phototaf., 1 Profiltaf., 1 Kt., Madrid, 1954 (1954 b).
- *Mapa geológico de España, 1:50.000, Explicación de la Hoja núm. 854, Zafra (Badajoz)*.—142 S., 17 Abb., 13 Prototaf., 1 Kt., Profiltaf., Madrid, 1955 (1955 a).
- *Mapa geológico de España, 1:50.000, Explicación de la Hoja núm. 853, Burguillos del Cerro (Badajoz)*.—108 S., 8 Abb., 15 Phototaf., 1 Profiltaf., 1 Kt., Madrid, 1955 (1955 b).
- *Mapa geológico de España, 1:50.000, Explicación de la hoja núm. 829, Villafranca de los Barros (Badajoz)*.—64 S., 3 Abb., 8 Phototaf., 1 Profiltaf., 1 geol. Kt., Madrid, 1956.
- *Mapa geológico de España, 1:50.000, Explicación de la Hoja núm. 754, Madrigalejo (Cáceres, Badajoz)*.—74 S., 7 Abb., 10 Phototaf., 1 Profiltaf., 1 geol. Kt., Madrid, 1957.
- RUBIO, ANGEL: *Bosquejo topográfico y geológico del valle Laceyana, provincia de León*.—Bol. Com. Mapa geol. Esp., 3, AAA ff., 1876.
- SAITO: *Older Cambrian trilobite and conchostraca from north-western Korea*.—Jap. J. Geol. Geogr., 11, 211-237, 8 Abb., Taf. 25-27, Tokio, 1934.
- SCHMIDT, HANS-JOACHIM: *Stratigraphie und Tektonik der nördlichen Extremadura im Bereich der Flüsse Tajo und Alagón (Spanien)*.—Diss., 115 S., 50 Abb., Münster, 1957.
- SCHMIDT-THOMÉ, P.: *Paläozoisches Grundgebirge und junges Dekgebirge im westlichen Zentralspanien (Provinz Salamanca und Cáceres)*.—Geotek. Forsch., 6, 37-77, 18 Abb. i. Text, 2 Taf., Berlin-Zehlendorf, 1945.
- SCHNEIDER, HARRAS: *Altpaläozoikum bei Cala in der westlichen Sierra Morena*.—Diss., 72 S., 10 Abb., 5 Tab., Berlin, 1939.
- *Das Kambrium der Herrerias-Mulde bei Cala*. [In:] RUD. & E. RICHTER, *Die Fauna des Unter-Kambriums von Cala in Andalusien*.—Abh. senckenberg, naturf. Ges., 455, Frankfurt a. M., 1941.
- SCHRIEL, W.: *Die Sierra de la Demanda und die Montes Obarenes*.—Abh. Ges. Wiss. Göttingen math.-phys. Kl. n. F., 16, 2, Berlin, 1930.
- SCHULZ, M. G.: *Bol. Com. Mapa geol. Esp.*, 5, 1878.
- SDZUY, K.: *Das Kambrium von Deutschland*.—Rep. XXI Sess. int. geol. Congr., 8, 102-112, 1 Abb., 1 Tab., Kopenhagen, 1960.
- SEIGNETTE: *Etdue géologique de la Hte. Ariège*, 143-169, Montpellier, 1880.
- SIMON, WILHELM: *Archaeocyathacea. I. Kritische Sichtung der Superfamilie. II. Die Fauna in Kambrium der Sierra Morena (Spanien)*.—Abh. senckenb. naturf. Ges., 448, Frankf. a. M., 1939.
- *Petrographisches zur Frage der Saukianda-Stufe (Kambrium, Spanien)*.—Senckenbergiana, 31, 109-111, Frankf. a. M., 1950.
- *Untersuchungen im Paläozoikum von Sevilla (Sierra Morena, Spanien)*.—Abh. senckenb. naturf. Ges., 485, Frankf. a. M., 1951.
- SOLÉ SABARÍS, L.: *España. Geografía física*.—[In:] TERÁN, MANUEL DE: *Geografía de España y Portugal*,—Tomo I, Barcelona, 1952.
- TEIXEIRA, CARLOS: *El Cámbrico de Portugal*.—Estud. geol., 10, núms. 23-24, 355-369, Madrid, 1954.
- *Le Cambrien portugais et ses problèmes*.—Bol. Mus. Labor. miner. geol. Fac. Ci. Univ. Lisboa, 7.<sup>a</sup> Sér., 24, 10 S., 4 Phototaf., 1 Kt., Lisboa, 1956.
- TERMIER, H. & G.: *Histoire géologique de la Biosphère*.—Paris, 1952.
- VERNEUIL DE & BARRANDE, J.: *Description des fossiles trouvés dans les terrains silurien et devonien d'Almaden, d'une partie de la Sierra Mo-*

rena et des montagnes de Tolède.—Bull. Soc. géol. France 12, (2), 1854/55, 964-1.025, Paris, 1855.

VERNEUIL DE & COLLOMB: *Coup d'oeil sur la constitution géologique de plusieurs provinces de l'Espagne*.—Bull. Soc. géol. France 2 Sér., 10, 107 S., mehr. Abb., 6 Taf., Paris, 1853.

— *Carte géologique d'Espagne*.—Paris, 1868.

VERNEUIL DE & LARTET: *Note sur le calcaire à Lychnus des environs de Segura (Aragon)*.—Bull. Soc. géol. de France, 2 Sér., 20, 684-698, 1863.

WEGGEN, KLAUS: *Stratigraphie und Tektonik der südlichen Montes de Toledo (Spanien)*.—Diss., 103 S., 31 Abb., 2 Taf., Münster, 1955.

## APENDICE

LISTA DE LOS GENEROS, SUBGENEROS Y ESPECIES DE TRILOBITES CITADOS EN EL TEXTO DE LA OBRA «EL CAMBRICO DE ESPAÑA, POR FRANZ LOTZE, Y QUE FIGURAN EN LA PARTE SEGUNDA DE LA OBRA, HECHA POR KLAUS SDZUY (1).

En la obra original de FRANZ LOTZE y KLAUS SDZUY, «DAS KAMBRIUM SPANIES», la Parte Primera, hecha por Franz Lotze, contiene, junto con otras, las citas de los géneros, subgéneros y especies de TRILOBITES, que aparecen al pie de las páginas (paginación inferior). Mientras llega la publicación completa de la obra de Lotze y Sdzuy (ya en parte realizada para los fósiles de Asturias, como decimos en el Prólogo), la LISTA que sigue sirve para que el lector consulte la obra original de SDZUY, en donde están las descripciones de los fósiles y las láminas de trilobites.

La paginación de la obra de SDZUY continúa la de la Parte Primera, redactada por LOTZE.

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Genus <i>Serrodiscus</i> RUD. & E. RICHTER 1941           | 237 |
| <i>S. cf. speciosus</i> (FORD 1873)                       | 237 |
| Genus <i>Delgadella</i> WALCOTT 1912                      | 238 |
| <i>cf. D. souzai caudata</i> (DELGADO 1904)               | 238 |
| Genus <i>Condylopyge</i> CORDA 1847                       | 239 |
| <i>C. rex</i> (BARRANDE 1846)                             | 239 |
| Genus <i>Peronopsis</i> CORDA 1847                        | 240 |
| <i>P. fallax</i> (LINNARSSON 1869)                        | 240 |
| <i>P. fallax sallesi</i> (MUNIER-CHALMAS & BERGERON 1889) | 241 |
| Genus <i>Ciceragnostus</i> KOBAYASHI 1937                 | 242 |

(1) Das Kambrium Spaniens von Franz Lotze und Klaus Sdzuy. Teil I: Stratigraphie von Franz Lotze. Teil II: *Trilobiten* von Dr. Rer. Nat. Klaus Sdzuy. 1. Abschnitt, mit 23 Abbildungen im Text und 15 Tafeln. 2. Abschnitt, mit 30 Abbildungen im Text und 19 Tafeln.

Verlag der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. 1961.

(Parte segunda: TRILOBITES, que comprende dos fascículos. Primer fascículo: con 23 grabados en el texto y 15 láminas de trilobites; segundo fascículo: con 30 grabados en el texto y 19 láminas de trilobites.)

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| <i>C. westergardi</i> SDZUY 1958                                | 242 |
| Genus <i>Leiagnostus</i> JAEKEL 1909                            | 243 |
| <i>L. resectus</i> (GRÖNWALL 1902)                              | 243 |
| <i>L. sp.</i>                                                   | 244 |
| « <i>Agnostus</i> » sp. A.                                      | 245 |
| « <i>Agnostus</i> » sp. B.                                      | 245 |
| Genus <i>Andalusiana</i> n. gen.                                | 246 |
| <i>A. cornuta</i> n. gen., n. sp.                               | 247 |
| Genus <i>Redlichia</i> COSSMANN 1902                            | 250 |
| <i>R. n. sp.</i>                                                | 250 |
| Gen. et sp. indet.                                              | 252 |
| Genus <i>Realaspis</i> n. gen.                                  | 253 |
| <i>R. strenoides</i> n. gen., n. sp.                            | 254 |
| Genus <i>Perrector</i> RUD. & E. RICHTER 1940                   | 256 |
| <i>P.?</i> sp. indet.                                           | 256 |
| Genus <i>Saukianda</i> RUD. & E. RICHTER 1940                   | 257 |
| <i>S. andalusiae</i> RUD. & E. RICHTER 1940                     | 257 |
| Genus <i>Dolerolenus</i> LEANZA 1949                            | 260 |
| <i>D. formosus</i> n. sp.                                       | 260 |
| <i>D. sp.</i>                                                   | 262 |
| Genus <i>Metadoxides</i> BORNEMANN 1891                         | 263 |
| <i>M. richterorum</i> n. sp.                                    | 263 |
| <i>M. armatus</i> (MENECHINI 1881)                              | 266 |
| Genus <i>Lunolenus</i> n. gen.                                  | 267 |
| <i>L. lunae</i> n. gen., n. sp.                                 | 268 |
| <i>L. prior</i> n. gen., n. sp.                                 | 270 |
| <i>L. ? lotzei</i> n. gen., n. sp.                              | 271 |
| Genus <i>Pseudolenus</i> HUPÉ 1953                              | 274 |
| <i>P. weggeni</i> n. sp.                                        | 274 |
| <i>P. glaber</i> n. sp.                                         | 276 |
| Genus <i>Hamatolenus</i> , Subgen. <i>Hamatolenus</i> HUPÉ 1953 | 278 |
| <i>H. (H.) ibericus</i> SDZUY 1958                              | 278 |
| Subgen. <i>Lotzeia</i> SDZUY 1958                               | 281 |
| <i>H. (L.) lotzei</i> SDZUY 1958                                | 282 |
| Genus <i>Lusatiops</i> RUD. & E. RICHTER 1941                   | 283 |
| <i>L. ribotanus</i> RUD. & E. RICHTER 1948                      | 284 |
| <i>L. sp.</i>                                                   | 287 |
| Genus <i>Termierella</i> HUPÉ 1953                              | 287 |
| <i>T. sevillana</i> n. sp.                                      | 287 |
| <i>T. sp.</i>                                                   | 289 |
| Genus <i>Aldonaia</i> LERMONTOVA 1940                           | 290 |
| Subgen. <i>Protaldonaia</i> n. subgen.                          | 291 |
| <i>A. (P) morenica</i> n. subgen., n. sp.                       | 291 |

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| Genus <i>Ellipsocephalus</i> ZENKER 1833         | 293 |
| <i>E. leonicus</i> SDZUY 1958                    | 293 |
| Genus <i>Ellipsostrenua</i> KAUTSKY 1945         | 295 |
| <i>E. alanisana</i> n. sp.                       | 297 |
| Genus <i>Strenuaeva</i> RUD. & E. RICHTER 1940   | 298 |
| <i>S. sampelayoi moratrix</i> SDZUY 1958         | 299 |
| <i>S. incondita</i> n. sp.                       | 300 |
| Genus <i>Alueva</i> n. gen.                      | 301 |
| <i>A. undulata</i> n. gen., n. sp.               | 302 |
| Genus <i>Alanisia</i> HUPÉ 1953                  | 303 |
| <i>A. hastata</i> SDZUY 1958                     | 303 |
| Genus <i>Micmacca</i> MATTHEW 1895               | 305 |
| <i>M. aff. coloi</i> HUPÉ 1953                   | 305 |
| Genus <i>Kingaspis</i> KOBAYASHI 1935            | 307 |
| <i>K. velatus</i> n. sp.                         | 308 |
| <i>K. cf. velatus</i> n. sp.                     | 310 |
| Genus <i>Paradoxides</i> BRONGNIART 1822         | 317 |
| <i>P. mureoensis</i> SDZUY 1958                  | 317 |
| <i>P. rouvillei</i> MIQUEL 1905                  | 320 |
| <i>P. pradoanus</i> VERNEUIL & BARRANDE 1850     | 322 |
| <i>P. brachyrhachis</i> LINNARSSON 1883          | 326 |
| <i>P. mediterraneus</i> POMPECKJ 1901            | 330 |
| <i>P. cf. davidis</i> SALTER 1863                | 332 |
| <i>P. sp. indet.</i>                             | 333 |
| Genus <i>Corynexochus</i> ANGELIN 1854           | 334 |
| <i>C. cf. delagei</i> MIQUEL 1905                | 334 |
| Genus <i>Dorypyge</i> DAMES 1883                 | 335 |
| <i>D. asturiana</i> SDZUY 1958                   | 335 |
| Genus <i>Agraulos</i> CORDA 1847                 | 338 |
| <i>A. longicephalus</i> (HICKS 1872)             | 338 |
| <i>A. antiquus</i> n. sp.                        | 341 |
| Genus <i>Solenopleurina</i> RUZICKA 1939         | 343 |
| <i>S. demanda</i> (SDZUY 1958)                   | 344 |
| Genus <i>Pardailhania</i> THORAL 1947            | 347 |
| <i>P. granieri</i> (THORAL 1935)                 | 348 |
| <i>P. paschi</i> SDZUY 1958                      | 350 |
| <i>P. hispida</i> (THORAL 1935)                  | 351 |
| <i>P. hispanica</i> SDZUY 1958                   | 352 |
| Genus <i>Solenopleuropsis</i> THORAL 1947        | 354 |
| <i>S. cf. riberoi</i> (VERNEUIL & BARRANDE 1860) | 356 |
| <i>S. verdiagana</i> SDZUY 1958                  | 357 |
| <i>S. n. sp.</i>                                 | 359 |
| <i>S. rubra</i> SDZUY 1958                       | 361 |

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>S. simula</i> SDZUY 1958 .....                                          | 363 |
| <i>S. thoralis</i> SDZUY 1958 .....                                        | 365 |
| <i>S. marginata</i> SDZUY 1958 .....                                       | 369 |
| <i>S. m. marginata</i> SDZUY 1958 .....                                    | 370 |
| <i>S. m. angularis</i> SDZUY 1958 .....                                    | 372 |
| Genus <i>Conocoryphe</i> CORDA 1847 .....                                  | 376 |
| Subgen. <i>Conocoryphe</i> CORDA 1847 .....                                | 378 |
| <i>C. (C.) heberti</i> MUNIER-CHALMAS & BERGERON 1889 .....                | 378 |
| <i>C. (C.) ovata</i> SDZUY 1958 .....                                      | 381 |
| <i>C. (C.) pseudooculata</i> MIQUEL 1905 .....                             | 382 |
| Subgen. <i>Parabailiella</i> THORAL 1946 .....                             | 385 |
| <i>C. (P.) languedocensis</i> THORAL 1946 .....                            | 386 |
| Genus <i>Ctenocephalus</i> , Subgen. <i>Ctenocephalus</i> CORDA 1847 ..... | 387 |
| <i>C. (C.) cf. bergeroni</i> THORAL 1946 .....                             | 387 |
| Subgen. <i>Hartella</i> MATTEW 1885 .....                                  | 388 |
| <i>C. (H.) antiquus</i> THORAL 1946 .....                                  | 388 |
| Genus <i>Bailiella</i> MATTEW 1885 .....                                   | 389 |
| <i>B. cf. levyi</i> MUNIER-CHALMAS & BERGERON 1889 .....                   | 390 |
| <i>B. barriensis</i> SDZUY 1958 .....                                      | 391 |
| Genus <i>Bailiaspis</i> RESSER 1936 .....                                  | 393 |
| <i>B. meridiana</i> SDZUY 1958 .....                                       | 394 |

## ERRATAS MAS IMPORTANTES

| Página | Línea o figura              | Dice                         | Debe decir                                             |
|--------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 28     | 14 de abajo                 | págs. 23,                    | pág. 26,                                               |
| 35     | 9 de arriba                 | (figura 3),                  | (figura 8),                                            |
| 37     | figura 9                    | págs. 31 a 37.               | págs. 38 a 42.                                         |
| 37     | figura 10                   | págs. 31 a 33.               | págs. 38 a 42.                                         |
| 40     | figura 11                   | págs. 31 a 33.               | págs. 38 a 42.                                         |
| 42     | 11 y 12 de abajo            | HERRANDE,                    | BARRANDE,                                              |
| 43     | figura 12                   | págs. 35-37.                 | págs. 38 a 42.                                         |
| 44     | última                      | cámbrico medio.              | cámbrico inferior.                                     |
| 48     | 2 de abajo, suprimirla toda |                              |                                                        |
| 62     | 2 de arriba                 | cámbrico inferior y el medio | cámbrico inferior bajo y el<br>cámbrico inferior medio |
| 87     | 3 de arriba                 | Láncara).                    | Cándana).                                              |
| 95     | figura 20                   | páginas 83 á 84              | páginas 94 y 95                                        |
| 113    | figura 24                   | páginas 98 y 101.            | páginas 113 a 116.                                     |
| 157    | 16 de abajo                 | (pág. 124).                  | (fig. 24).                                             |