

**BOLETÍN**  
**DE LA**  
**COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA**

II/2-1-1

# BOLETIN

DE LA

# COMISION DEL MAPA GEOLOGICO

DE

# ESPAÑA



TOMO XXVII

~~~~~

TOMO VII

SEGUNDA SERIE

(1900)

MADRID

EST. TIP. DE LA VIUDA É HIJOS DE M. TELLO

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

C. de San Francisco, 4

1903

*La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

**Artículo 1.º** Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

**Artículo 2.º** Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

**Artículo 4.º** Existirá una Comisión, compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

**Artículo 5.º** Formarán parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

*(Decreto de 28 de Marzo de 1873.)*

## PERSONAL

DE LA

### COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

---

D. Daniel de Cortázar. (*Director.*)  
D. Joaquín Gonzalo y Tarín.  
D. Marcial de Olavarría. (*Secretario.*)  
D. Lucas Mallada.  
D. Juan García del Castillo.  
D. Rafael Sánchez Lozano.  
D. Mariano Alvarez Aravaca.  
D. César Rubio y Muñoz.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS  
AGREGADOS Á LA COMISIÓN

D. Pedro Palacios.  
D. Juan López Coca.  
D. Florentino Azpeitia.

Las publicaciones de esta Comisión están autorizadas por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.º Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.º Que la Comisión establezca la venta y subscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.º Que la Dirección general proponga oportunamente la subscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

## PRÓLOGO

En el presente tomo del Boletín, que es el séptimo de la segunda serie, aunque no son muchos los trabajos contenidos, sí son de primera importancia, tanto industrial como científicamente considerados.

Aparece en primer lugar la *Descripción de la cuenca carbonífera de Sabero*, provincia de León, que, siendo la primera conocida en aquella región de España, ha permanecido punto menos que olvidada, hasta que la construcción del ferrocarril de La Robla ha permitido establecer verdaderas labores de explotación que den al comercio abundantes muestras de la riqueza carbonífera del NO. del antiguo reino castellano. El trabajo actual, debido al Ingeniero de Minas D. Lucas Mallada, es de sumo interés, pues que demuestra la importancia de los yacimientos de antiguo conocidos, y hace ver cómo se prolongan hacia el E., en la orilla izquierda del río Esla, donde antes no se sospechaba siquiera la existencia de la formación hullera.

El plano que acompaña á la descripción de la cuenca

de Sabero, además de enseñar la forma y dimensiones generales de la faja carbonífera, muestra también la disposición estratigráfica y las relaciones geológicas de ella con respecto á las rocas cambrianas, silurianas y cretáceas que, por una ú otra parte, rodean la mancha hullera.

Al Ingeniero de Minas D. Rafael Sánchez Lozano se debe la traducción del trabajo del Sr. Oehlert que, con el título de *Fósiles devonianos de Santa Lucia*, fué publicado en francés. Este trabajo es continuación del que con igual título se publicó en el tomo VI de la segunda serie del BOLETÍN de la Comisión del Mapa geológico de España. Además de múltiples grabados intercalados en el texto, se acompaña la obra con una lámina de fósiles del país.

Completa el tomo actual del BOLETÍN la versión castellana de la reseña de las excursiones verificadas con motivo de la reunión en Barcelona de la Sociedad geológica de Francia durante los meses de Septiembre y Octubre de 1898. Resaltan entre estos trabajos los de nuestros compatriotas los geólogos Sres. Almera, Vidal, Calderón, Bofill y Adán de Yarza; pero no son tampoco de poco valor los de los geólogos franceses Depéret, Bergeron, Dollfus, Barrois y los del inglés Stuart Menteath.

A unos y á otros debe la geología española verdadero agradecimiento y aplauso que les tributa la Comisión del Mapa geológico de España, al propio tiempo que inserta la traducción de tan apreciable obra, en la que se han intercalado 47 grabados que representan otros tantos cortes geológicos de la región catalana, y además se acompañan dos láminas, reproducción al fotograbado, de la

disposición en pliegues de las capas de sal del famosísimo criadero de Cardona, y la vista general de la explotación en bancos de tan sorprendente masa salina.

Confía la Comisión del Mapa geológico de España que los lectores del BOLETÍN encontrarán el presente tomo de igual valor científico é industrial que los anteriores.

# DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA CARBONÍFERA

DE

## SABERO

(PROVINCIA DE LEÓN)

---

### I

#### ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La reconocida importancia de la cuenca carbonífera de Sabero y los grandes trabajos de explotación que en ella se efectuaron hace medio siglo, juntamente con el establecimiento de un alto horno para el beneficio de los criaderos de hierro que hay inmediatos, motivaron la redacción de varias Memorias geológico-industriales, escritas por diferentes ingenieros, y entre ellas hay dos notables por su mérito y por sus atinadas observaciones. Es la primera, principalmente geológica, la titulada *Descripción de los terrenos de Valdesabero y sus cercanías en las montañas de León*, por D. Casiano de Prado, que se imprimió en 1848; y la segunda, de carácter más industrial, se refiere á la *Memoria sobre los yacimientos de hornaguera de la Sociedad de las minas de Sabero*, que, firmada en 15 de Agosto de 1885, se debe á mi compañero D. Ramón Pellico.

En los treinta y siete años que mediaron entre ambos trabajos, se han escrito otros de secundario interés, debidos á los señores Schulz, Gómez de Salazar, Fourdinier, Filgueira, etc., cuyas opiniones trasladaré en los puntos donde sean pertinentes.

Por encargo de sus interesados, en 1892 se publicó otra Memoria relativa á las minas que posee en la cuenca la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, y con fecha más reciente, en 1901, salió á luz en Bilbao la *Memoria sobre la Zona Oeste de la cuenca hullera de Sabero*, de índole más mercantil que científica.

Con sobriedad y claridad suficientes se consigna en el Informe del Sr. Pellico la parte histórica de las minas de Sabero, las cuales por su abundancia extraordinaria en combustible, llamaron la atención de preferencia entre todos los yacimientos hulleros de Castilla, con tanto mayor motivo cuanto que, junto á las capas de carbón, existen potentes criaderos de mineral de hierro. Desde el primer momento se concibió la esperanza de fundar un gran establecimiento siderúrgico, del cual no quedan hoy más que ruínas.

«Las capas de carbón que motivan estos apuntes, dice el Sr. Pellico, fueron solicitadas por D. Miguel Botias Iglesias hacia 1840 á 42. Obtenida la concesión de las minas *Juanita*, *Sucesiva* y *Abundante*, dicho señor constituyó una Sociedad con el nombre de *La Palentina*, cuyo objeto era la explotación de aquel criadero y la fabricación del hierro dulce de la *Imponderable*; pero esta Sociedad, conociendo que el capital de que disponía era pequeño, lo amplió, cambiando su nombre en el de *Palentina-Leonesa*, fundado en la procedencia de los socios. Tampoco disponía de medios esta Sociedad, por lo cual tomó en arriendo la empresa el socio D. Santiago Alonso Cordero, á quien se deben la fábrica de San Blas y la explotación primera de las minas. Accidentes comerciales ocurridos al señor Cordero trajeron el abandono del negocio y la denuncia de las concesiones por la Sociedad Martínez y Compañía, quienes pusieron al frente al Sr. Botias Iglesias, hasta 1884, en que se constituyó la Sociedad actual, recabando de dicho Sr. Iglesias la gerencia y administración.»

Si para recoger más antecedentes históricos recurrimos á las estadísticas mineras publicadas por el Ministerio de Fomento, encontraremos en todas ellas la comprobación del abandono en que, por muchos años, había caído la cuenca.

En el decenio de 1850 al 60 se halló comprendido el periodo de mayor actividad de las antiguas explotaciones. Por entonces funcionaban los hornos de la fábrica de San Blas, y años hubo, como el 1854, en que se arrancaron cerca de 50000 toneladas de carbón, empleándose en las minas 167 operarios.

Dos años más tarde, Gómez de Salazar escribía en la *Revista Minera* lo siguiente: «La Sociedad Palentina-Leonesa tiene la propiedad de 68 pertenencias de carbón para su fábrica de fundición de hierro en el valle de aquel nombre. De ese número puede decirse que nunca ha tenido en verdadera explotación más que seis pertenencias,

que son: una de la mina *Juanita* (hoy *Sabero 11*), tres de la *Sucesiva* (*Sabero 1*) y una de la *Escondida* (*Sabero 2*), alternada con otra de la *Abundante* (*Sabero 5*); en las demás no ha sostenido ni sostiene más trabajos que los legales y algunos de estudio. En los ocho primeros años de sus trabajos ha explotado 6 millones de quintales, y ha destruido por desacertada dirección 10 millones; en los dos años siguientes ha explotado 1  $\frac{1}{2}$  millones, sin destruir nada, lo cual corrobora lo dicho: total de carbón puesto al alcance de los picos en diez años y seis pertenencias, 17  $\frac{1}{2}$  millones de quintales.»

En 1863 fué de escasa importancia la explotación de las cuencas leonesas, mas á pesar de la crisis económica de aquel tiempo, en 1864 aumentó algo la cantidad extraída, pero al año siguiente no pudieron vender sus carbones las minas de Sabero, y la decadencia de éstas y de las demás cuencas de la provincia fué en aumento en años sucesivos. En 1868 las explotaciones estaban casi del todo abandonadas y comenzaban á hundirse las galerías, que siguen hoy arruinadas, y desde entonces hasta 1896, las cantidades de carbón que figuran en las estadísticas, referentes á la provincia de León, proceden en su mayor parte de otras cuencas, siendo insignificantes los productos en las minas de que se trata. Así, por ejemplo, si casi dobló la explotación de 1871 al 72, se debió á la mina *Emilia*, de la cuenca de Ciñera, que, por su proximidad al ferrocarril de Asturias, entró en un periodo de actividad todavía sostenido.

En la estadística de 1874 figuran las *Sabero 6, 10 y 11* en trabajos de reparación é investigación, que en el siguiente del 75 absorbieron 1200 jornales; 5000 en el 76, con una producción de 1248 quintales métricos, paralizándose en los años sucesivos, que fueron en cambio de creciente prosperidad para la mencionada cuenca de Ciñera, á todas luces de menor importancia.

Abandonada seguiría probablemente la de Sabero si no se hubiese construido el ferrocarril de vía estrecha de La Robla á Valmaseda, con el principal y casi exclusivo objeto de explotar las cuencas carboníferas de las provincias de León y Palencia, para llevar sus productos á la industriosa villa de Bilbao. El establecimiento de este ferrocarril ha sido la base para la explotación de los carbones de Castilla, trabajo que no atendieron las anteriores Sociedades mineras y metalúrgicas, y que, por tal omisión, malograron sus intentos.

A comienzos de 1890, en cuanto se hizo público el proyecto de construcción del ferrocarril de La Robla á Valmaseda, comprendien-

do varios industriales y comerciantes bilbaínos la bondad del negocio de la explotación de las cuencas hulleras, acudieron antes que nadie á registrar en ellas millares de hectáreas, de manera algún tanto tumultuosa y desordenada. Preferible hubiera sido la formación en Bilbao de una gran Compañía, si la competencia por gauar tiempo y terreno entre las personas que deseaban adquirir minas de carbón en Castilla no se hubiese opuesto, sin dar lugar ni sosiego para iniciar la idea.

Dejando aparte las otras cuencas, bueno fué el pensamiento de los que se fijaron de preferencia, si no en la más extensa, si en la más rica y de mejores condiciones, cual es la de Sabero; y alrededor, y entre las minas de la antigua Sociedad, se hicieron nuevos registros, si bien en parajes generalmente de menor importancia.

La cuenca de Matallana fué la primera donde se comenzaron los trabajos preparatorios y las instalaciones para una producción en grande escala, y al propio tiempo se fundó en Bilbao la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, tomando como base las antiguas minas de la *Palentino-Leonesa*, á las que se agregaron las tituladas *Luis, Buronesa, Pilar, Rosario* y sus demasías, y se completó un coto que, por su extensión y por su riqueza, figura en primer lugar entre las cuencas de Castilla, y que tarde ó temprano habrá de dar los más beneficiosos resultados.

Poco tiempo después una Compañía extranjera emprendió, con harta desgracia, la exploración y preparación de diversas minas que adquirió en la prolongación oriental de la cuenca, sobre la izquierda del Esla, por los términos de Santa Olaja, Fuentes y Ocejo; pero los resultados de sus investigaciones no han sido afortunados y las labores practicadas se abandonaron hace tres años, comenzando á caer en ruínas.

En 1895 se formó la *Sociedad Vasco-burgalesa* con objeto de explotar las minas más próximas al estrecho de Oveja, y, por tanto, más inmediatas al ferrocarril de La Robla, pues sólo distan entre 2 y 5 kilómetros de la estación de La Ercina. Al efecto arrendó esa Sociedad á la de *Sabero y anexas* las pertenencias antiguas 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup> de las *Sabero 6 y 7* y la *San Luis*, ó sea la fracción del centro de la cuenca situada á P. del arroyo de Sotillos, y también tomó en arriendo el grupo de minas de los Sres. Ugarte, ó sean las minas *Mayor-gana, Única, Perla* y su demasia.

Reunidas las propiedades de diferentes interesados, en Febrero de

1901 se fundó la *Sociedad Oeste de Sabero* con objeto de explotar gran parte del tercio occidental de la cuenca, comprendido entre Las Bodas y Sotillos, agrupándose las siguientes minas designadas de O. á E.: *Marina 6.<sup>a</sup>, Fausta, Llama, Maria 5.<sup>a</sup>, Antonia, Primera, Maria 4.<sup>a</sup>* y su demasia, *Adoración, Ramona, Vicenta, Colle* y su demasia, *Maria 3.<sup>a</sup>, Dichosa, Sin Nombre* y su demasia, *San Juan, Maria 2.<sup>a</sup>, Marina 7.<sup>a</sup>, Maria 1.<sup>a</sup>* con su demasia, y *Sotillos*. Es de suponer que andando el tiempo se reunirán al grupo las minas *Fortuna, Unión, Unión 2.<sup>a</sup>* y otras concesiones colindantes de reducidas extensiones, que no podrian sostener la competencia de la nueva *Sociedad del Oeste de Sabero*, en cuanto ésta emprenda una explotación industrial en gran escala.

## II

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA

SITUACIÓN.—Desde los confines de Galicia en el Vierzo hasta la proximidad de la línea férrea de Madrid á Santander junto á Matorquera, en las inmediaciones de Orbó, se extiende una faja de depósitos carboníferos, apoyados sobre terrenos más antiguos por la parte del N. y cubiertos generalmente en la del S. por varias formaciones secundarias en unos sitios, y por grandes mantos cuaternarios en otros. Todos esos depósitos sin duda que estaban unidos al tiempo de su formación, y componían una sola mancha, desarrollada con mayor amplitud en Asturias, al otro lado de la cordillera Cantábrica. Pero las dislocaciones y roturas enérgicas que ocurrieron con posterioridad á las edades paleozóicas, y los sostenidos y profundos derrumbios sucedidos después de constituido el carbón hasta nuestros días, las desagregó de su conjunto, aislándolas con multitud de irregulares contornos.

Para el consumo del interior de la Península aventaja la cuenca de Sabero á las de Asturias en un recorrido que no baja, cuando menos, de 100 kilómetros. De la estación de La Ercina (qm. 43 del ferrocarril de la Robla) á la parte media ó central de la cuenca, sólo hay 5 kilómetros; y no siendo mucho mayores las distancias que se miden entre el extremo occidental y la estación de Boñar, por un lado, entre el extremo oriental y la estación de Cistierna, por otro, quedan

indicadas de este modo las tres salidas naturales y económicas por donde pueden extraerse los carbones.

**EXTENSIÓN Y LÍMITES.**—Es la cuenca de Sabero de las más alargadas y estrechas de las de Castilla, y de contornos muy irregulares y sinuosos. En el sentido de E. á O., siguiendo la línea quebrada de su eje mayor, mide 18 kilómetros desde las inmediaciones de las Bodas hasta más allá de Fuentes.

En el sentido transversal el ancho de la cuenca es muy variable: desde pocos metros que tiene en su extremo occidental hasta 2600 que alcanza como máximo en el meridiano de Sabero. Entre Las Bodas y Veneros oscila la anchura entre 160 y 600 metros; desde Veneros á Llama se ensancha rápidamente hasta pasar de 1500; de Llama á Sotillos hay ensanches y estrecheces, por los cuales el ancho queda comprendido entre 1 y 2 kilómetros; pasa de 2 en el meridiano de Olleros; se reduce á 1500 metros en el de Saelices, para aumentar al máximo en el de Sabero, de donde se bifurca en dos brazos: uno que pasa al S. del Castillo de San Martino y concluye en las orillas del Esla, y otro que cruza este río con amplitudes rápidamente decrecientes desde su margen derecha hasta Santa Olaja, y todavía se angosta hacia su remate entre Fuentes y las cañadas septentrionales de Peña Corada, no lejos de la inmediata cuenca de Valderrueda, hacia la cual se dirige una prolongación al NE. que pasa por Ocejo.

Las líneas que por N. y S. limitan la cuenca son sumamente sinuosas. La línea norte comienza á corta distancia al SO. de Las Bodas; se encorva al NE. y da mayor ensanche sobre las márgenes del río de Veneros, y desde este pueblo hasta Llama se dirige al E.NE. revolviendo á modo de golfo entre Llama y Felechas, no lejos de Colle. Los dos últimos pueblos mencionados quedan por muy poco excluidos, y entre Felechas y Sotillos dicha línea sigue de O. á E. en más de 3 kilómetros. Después de algunos entrantes y salientes de escasa importancia, pasado Sotillos tuerce al NE., para ajustarse de nuevo al rumbo anterior hasta muy cerca del Esla, donde se desvía al SE., terminando de P. á L. en Santa Olaja y en Fuentes.

Todavía es más irregular y quebrada la línea del límite meridional. Comienza oblicuando de NO. á SE. entre Las Bodas y Veneros; se encorva al S. de Llama, para ensanchar la cuenca al pie de la collada de este nombre; se estrecha de nuevo, arqueando entre Sobrepeña y Felechas; vuelve al S. al pie del Castillo de Sobrepeña, tor-

ciendo á escuadra de O. á E. hasta el N. de Oceja, de donde se recorta en multiplicados entrantes y salientes, alineados al NE. en su conjunto, cerca de Olleros y Saelices, y desde este pueblo se acoda hacia el Mediodía para desviarse al E.SE. hasta tocar al Esla. Los montes del Castillo de San Martino y de Llaneces recortan los dos brazos anteriormente citados, sosteniéndose tan sólo el del N., hasta acabar la cuenca en estrecha prolongación al S. de Santa Olaja y de Fuentes, y entre estos dos pueblos y Ocejo.

En el plano geológico que acompaña á la Memoria de Prado, se marcan con exactitud todos los contornos y linderos de la cuenca, sin que por mi parte se señale otra enmienda que la de prolongar algo más el remate oriental entre Fuentes y Peña Corada.

Veneros, Sotillos, Olleros, Saelices y Sabero son los cinco pueblos que están situados dentro de la cuenca; Las Bodas, Llama y Fuentes tocan su límite septentrional, y se hallan á corta distancia Colle, Felechas, Aleje, Alejico y Santa Olaja por el N., San Adriano, Sobrepeña, La Ercina, Oceja y Cistierna por el S.

Así considerada la extensión superficial de la cuenca viene á ser de 2150 hectáreas, correspondiendo á cada uno de los 18 kilómetros de la línea de su longitud ó eje mayor las siguientes:

| Quilómetros.                        | Hectáreas. |
|-------------------------------------|------------|
| 1 Al S. de Las Bodas.....           | 15         |
| 2 Entre Las Bodas y Veneros.....    | 50         |
| 3 En Veneros.....                   | 50         |
| 4 Entre Veneros y Llama.....        | 80         |
| 5 Al S. de Llama.....               | 162        |
| 6 Entre Felechas y Sobrepeña.....   | 100        |
| 7 Entre Felechas y Sotillos.....    | 158        |
| 8 Collada de Sotillos.....          | 175        |
| 9 En Sotillos.....                  | 200        |
| 10 Entre Sotillos y Olleros.....    | 180        |
| 11 Entre Olleros y Saelices.....    | 170        |
| 12 En Saelices.....                 | 157        |
| 13 Entre Saelices y Sabero.....     | 215        |
| 14 En Sabero.....                   | 223        |
| 15 Orillas del Esla.....            | 128        |
| 16 En Santa Olaja.....              | 45         |
| 17 Entre Santa Olaja y Fuentes..... | 50         |
| 18 En Fuentes.....                  | 12         |
| TOTAL.....                          | 2150       |

Topográficamente termina la cuenca á cortas distancias de la orilla izquierda del Esla; pero merced á estrechas fajitas, que desde los dos pueblos citados se prolongan al NE., por los términos de Ocejo y Argovejo, hay además por este rumbo otras dos cuenquecillas anejas, que á su vez se aproximan á la mucho más extensa de Valderrueda, situada al E.

**TERRENOS QUE LIMITAN LA CUENCA.**—No voy á describir extensamente los terrenos que limitan la cuenca, pues me apartaría del objeto principal de esta Memoria; pero no puedo menos de hacer algunas observaciones generales.

Al N. y al S. encaja la cuenca entre bancos devonianos, por bajo de los cuales asoma en algunos trechos la banda roja de Sabero, que pertenece al cambriano. Esta formación tan antigua toca á la hullera desde un quilómetro al N. de Saelices, en la base de la Peña de Solana, á orillas del arroyo de Collada, hasta la base de los Picos del Arrastradero, al N. de las Lomas de Sabero.

El sistema devoniano limita la cuenca con mucha extensión por el lado del N., y en una fajita comprendida entre 1 y 2 quilómetros por el lado del S. Esta fajita queda enteramente cortada y oculta por el cretáceo entre Las Bodas y La Losilla, á P. de San Adriano; sobresale entre La Losilla y Cistierna por los términos de Debesa, Sobrepeña, La Ercina, Oceja y Yugueros, y por fin, hacia el extremo opuesto de la banda hullera se marca al SE. de Sabero en las peladas cimas de los montes de Llaneces y del Castillo de San Martino. Al otro lado del Esla, al S. de Santa Olaja y de Fuentes, se levantan con mayores alturas las riscosas peñas de las Capillas que, con otros montes secundarios, se enlazan con Peña Corada.

Las calizas, ya puras y homogéneas, ya arcillosas, son las rocas que predominan en el devoniano. Generalmente son blanquecinas ó de color gris azulado; pero las hay también negruzcas con venas blancas espatizadas; otras son tabulares y algo cuarcíferas, así como existen otras rojizas, muy parecidas á las cambrianas, pero distintas de éstas por ser algo marmóreas y por los restos orgánicos que contienen, entre los cuales abundan los artejos de crinoides y trozos de goniátitos. Las peñas calizas del monte Llaneces encierran nódulos de pedernal, y entre este punto y el estrecho de Alzón ó garganta de Oceja, inferiores á las cuarcitas y á las calizas grises compactas, se extienden otras arcillosas con abundancia de fósiles en el Hayedo de Sabero, El Picón, Las Agujas y Peñas de Valdeterno. Al

otro lado de la cuenca, sobre todo en las inmediaciones de Colle y de Felechas, todavía hay más profusión de dichos restos, cuya lista sería demasiado prolijo consignar.

Bajo las calizas arcillosas asoma la pizarrilla ó cayuela de color gris verdoso claro, con auchuras comprendidas entre 10 y 30 metros por los confines de la cuenca, excepto en la collada de Llama, donde se ensancha hasta tener más de 200. A esta cayuela, mucho más blanda y fácil de derrubiar que la caliza, se debe el erizado relieve orográfico con que esta última sobresale más alta que el sistema hullero á los lados de la cuenca. A primera vista, la cayuela devoniana se confundiría con algunas variedades de la pizarra arcillosa carbonífera, cuando ésta es divisible en hojillas y fragmentos pequeños; pero el color de aquélla es más uniforme y siempre se asocia inmediata á las calizas de su formación.

Las areniscas cuarzosas constituyen otra de las rocas devonianas, más abundantes que las cayuelas, y no tanto como las calizas. Con frecuencia son blanquecinas, grises ó amarillentas, bastante puras; y sobresalen también en bancos de notable espesor y varios quilómetros de longitud en que se hallan fuertemente impregnadas de hidróxidos de hierro, hasta el punto de constituir un mineral utilizable en la industria siderúrgica. Varios de los bancos inmediatos á la cuenca fueron en gran parte explotados por la antigua y arruinada fábrica de Sabero. La ley del mineral varía entre el 20 y el 40 por 100; en general es de grano fino, pero lo hay también amigdaloides, en la masa silícea del cual se ven trocitos de pizarra ó de otra arenisca más fina, constituyendo la variedad más rica en metal.

Con estos hidróxidos de hierro, que también impregnaron fuertemente varios bancos de caliza y de pizarra arcillosa, relacionó Prado <sup>(1)</sup> varios asomos hipogénicos, que con muy reducidas dimensiones se ven, no sólo en el devoniano que limita la cuenca, sino en el centro de esta misma. Cerca de Colle, junto al arroyo de Vozmediano, hay una faja de arenisca de 84 metros de ancho, en parte transformada en una hematites que envuelve granos cristalinos de feldespato y anfíbol. «El Esla, añade dicho geólogo, atraviesa junto á Alejico unas capas de arenisca ferrífera de 40 metros de grueso, en la mina *Imponderable*; y contiguo á ella, aguas arriba, atraviesa el mismo río una extensa masa de roca plutónica, de color verde obs-

(1) Descripción de los terrenos de Valdesabero y sus cercanías, pág. 12.

curo en la orilla izquierda y gris verdosa en la derecha.» Colgado sobre el río hay un enorme peñón de arenisca llamado Peña Utre-  
ra, que en capas verticales se apoya sobre la roca hipogénica; y en una cueva allí inmediata se ve la perfecta separación de ambas formaciones, presentándose la segunda sumamente blanda y mezclada con granillos de caliza y algo de óxido férrico. A pocos metros de esta mezcla deleznable se halla la misma roca verdosa con bastante dureza para poder recibir pulimento, y todavía es más dura, con el aspecto de una diorita ó diabasa, al otro lado del Esla.

Otro pequeño asomo de diabasa descubrió Prado entre las dolomías devonianas que yacen al NO. de Saelices; y con él se relaciona otro encontrado por el mismo geólogo entre Olleros y Oveja, que más bien que hipogénico considera como una sustitución de materia ferruginosa. Primero se presenta en bolas cubiertas de una costra ferrífera, más adelante es de textura compacta y color verde, y luego se compone de una mezcla de anfíbol y de arenisca.

Además de los minerales de hierro se encuentran otros de plomo y de cobre en los bancos devonianos que rodean la cuenca hullera. La pirita cobriza con algo de carbonato yace entre las areniscas de las márgenes del Esla inmediatas á Verdiago, así como en las muy ferruginosas de la antigua mina *Salud* al NO. de Sabero. En Verdiago se halla también una veta irregular de arcilla parda en que se notan partículas y nódulos pequeños de galena, de cuya substancia se ven también señales en las calizas y areniscas que hay al N. de la ermita de San Blas cerca de Sabero.

En estos últimos años ha sido objeto de varias labores de investigación otro criadero de minerales de plomo, cobre y zinc situado en la mina *Társila* junto á Santa Olaja.

Tanto los estratos cambrianos y devonianos, como los hulleros entre ellos encajados, estuvieron sometidos á grandes dislocaciones y movimientos, cuyas trazas visiblemente se conservan. Se arrumban aquéllos de E. á O. ó de E.SE. á O.NO., prescindiendo de repetidas ondulaciones con que se acodan en distintos parajes; las inclinaciones varían entre 50° y la vertical; en algunos sitios se abren á modo de abanico, y generalmente su buzamiento es meridional. Nótase, sin embargo, en diversos puntos el buzamiento opuesto, debido en parte á ciertos pliegues, en parte á algunas fracturas ó fallas.

Prescindiendo de las dislocaciones que afectaron al propio tiempo á todos los bancos paleozóicos posteriormente á la formación hulle-

ra, vestigios se ven en el devoniano de otras más antiguas que esta última, y que, por tanto, no afectaron á las capas de carbón. En este caso se halla una faja de cuarcitas blanquecinas, de apariencia siluriana, que desde El Arrastradero, al N. de Sabero, se señala entre las calizas devonianas, y con un ancho de 80 á 100 metros cruza el Esla entre Verdiago y Aleje, en dirección á Pico de Moros, arrumbada al NE. con fuerte inclinación al SE. Las capas de caliza siguen este notable cambio desde la sierra de Las Cuestas, según se dibuja en el plano geológico de Prado.

Otro cambio parecido, aunque de mucho menor desarrollo en longitud y en anchura, se observa en el mismo pueblo de Felechas, donde las calizas azuladas grises y las arcillosas fosilíferas se retuercen al E. 50° N., inclinando 70° al N.NO.; dislocación accidental, pues á 100 metros al S. del pueblo se normalizan arrumbadas al O.NO. con buzamiento meridional.

Otros trastornos y cambios estratigráficos muy notables son los del pie de la collada de Llama, los que hay al S. de Olleros y Saelices, los de Pico Agudo, y los más enérgicos que existen al pie de los montes de Llaneces y San Martino, que afectaron también al hullero, y se detallarán más adelante.

Por estos repetidos trastornos estratigráficos y porque, antes de ellos, los estratos devonianos se sedimentaron con mucha irregularidad, siendo la caliza la roca predominante del sistema, parajes hay en que apenas se encuentran las areniscas, mientras que en otros, como en el monte Rodio, por ejemplo, sobresalen con excepcional desarrollo. La misma observación es aplicable á las pizarrillas arcillosas.

Desde cerca de Felechas, siguiendo por Llama y Veneros hasta Las Bodas, no son sistemas más antiguos que el hullero, sino otro mucho más moderno, el cretáceo, el que limita la cuenca de Sabero por el extremo de P. Se compone, según ya hizo notar Prado, de arenas feldespáticas blanquecinas en su base, calizas arenosas y arcillosas, margas cenicientas, areniscas bastas y arenas amarillentas en la parte media, calizas fino-granudas, compactas, blanquecinas y algo arcillosas en la superior.

De todos estos tramos, el de más valor industrial en relación con el laboreo de las capas de carbón es el inferior, vulgarmente llamado caolín, no sin fundamento, pues es una mezcla de esta substancia con cristalillos y guijarros pequeños de cuarzo. Al pie de Colle y en

Grandoso hay una ancha faja de este caolín que, por su blancura, se divisa desde grandes distancias entre el fondo sombrío de otros terrenos.

Una vez emprendidas en grande escala las explotaciones de la cuenca, serán, sin duda, objeto de varias especulaciones tales arenas feldespáticas, que podrán abastecer en grande escala al mercado de las primeras materias para la fabricación de loza, de cristal y de ladrillos refractarios. No por miles, sino por millones de metros cúbicos hay que contar el volumen de esa substancia que, con pequeñas interrupciones, acompaña á las cuencas hulleras en más de 150 kilómetros desde cerca de La Magdalena hasta Cervera del Río Pisuerga, con anchuras que pasan de 100 metros en algunos sitios y que no suelen bajar de 20 á 50.

En las inmediaciones de Las Bodas la faja cretácea se bifurca en dos ramas, abarcando el extremo Occidental de la cuenca. La rama septentrional, más ancha que larga, avanza al NE. hasta Llama y Colle, en cuyo último pueblo la limita el devoniano. La rama meridional continúa de O. á E. por las inmediaciones de La Losilla á la Ercina, Oceja y Yugueros, en una faja paralela á la cual se abren las trincheras del ferrocarril de La Robla. Entre Yugueros y Cistierna queda en gran parte oculta por los conglomerados y gredas rojas cuaternarias, reduciéndose junto á las márgenes del Esla á dos pequeñas manchitas alargadas de arenas feldespáticas blanquecinas. Opina Prado que naturalmente debe creerse que las capas cretáceas deben extenderse más al S. por gran parte de la cuenca del Duero, sirviendo de asiento al terciario que la oculta, «dato de sumo interés, añade (1), que no se desaprovechará cuando se trate del establecimiento de pozos artesianos en aquellas inmensas llanuras, donde en algunos pueblos se bebe una detestable agua de pozo.»

También los bancos cretáceos estuvieron sujetos á grandes dislocaciones, según se nota desde las márgenes del Torío á las del Esla y todavía más al E. por las cuencas hidrográficas del Cea y del Carrión. Entre el Torío y el Curuheño las capas cretáceas buzan al SO.; desde el kilómetro 18 de la vía férrea de La Robla á Valmaseda hasta el 22 inclinan en sentido opuesto, y desde el 22 hasta cerca de Boñar, en las inmediaciones de la Vecilla, se retuercen otra vez con buzamiento meridional. Más cerca del carbonífero, entre Boñar y La

(1) Descripción de los terrenos de Valdesabero y sus cercanías, pág. 16.

Losilla, las margas y calizas sabulosas cretáceas inclinan 45° al SO.; en el kilómetro 45 de dicha vía, poco antes de la Ercina, se levantan casi verticales, en las inmediaciones de Ocejuna inclinan 80° al NE., y en Yugueros tuercen de E. á O. arqueándose en el sentido del buzamiento septentrional.

Aunque no sea en toda su extensión, es seguro que por bajo del terreno cretáceo se prolongan los estratos hulleros; y no dudo que darían felices resultados las investigaciones que se hiciesen para encontrar capas de carbón en el pentágono comprendido entre Colle, Llama, Veneros, Las Bodas y Grandoso. Todavía más: pudiera suceder que, andando el tiempo, se prolongase á P. el laboreo por bajo de las cañadas que median entre los dos últimos pueblos y Boñar.

En algunas cuencas, tales como las de Valderrueda y Guardo, asociados al cretáceo, limitan la formación hullera, á veces casi tocando al carbón, grandes mantos de conglomerados y aglomerados cuaternarios. Respecto á la de Sabero, sólo se aproximan de kilómetro y medio á 2 kilómetros de distancia entre Cistierna y Yugueros sobre la derecha del Esla; y como, por otra parte, carecen sus rocas de importancia industrial, me limito á citar esta circunstancia únicamente como recuerdo.

ROCAS QUE CONSTITUYEN LA CUENCA.—Esta cuenca, lo mismo que las inmediatas, es de mucha sencillez en la composición de las rocas que la constituyen, y que, como en todas partes, fuera de los conglomerados, se reducen á pizarras y areniscas, unas y otras más ó menos arcillosas, por regla general repetidas veces alternantes. Las pizarras arcillosas son de muy diversa consistencia; pero, por lo común, se desagregan en hojillas muy delgadas, principalmente en una zona estéril de más de 500 metros de anchura que se extiende al N. de Sotillos, Olleros, Saelices y Sabero, desde la collada del primero, por las minas *Buronesa* y *Pilar*, al N. también de la *Rosario*. A veces, cuando son muy carbonosas, son negruzcas; pero casi siempre grises con manchas pardo-rojizas, amarillentas ó azuladas.

Las areniscas son más arcillosas y deleznales en la parte meridional que en la septentrional de la cuenca, si bien algunas veces, en contacto con el carbón, forman hastiales de excepcional y favorable consistencia. Su grano es grueso; corresponden á la variedad pizarrena muy impregnada de mica llamada *samita*, y sus colores son pardo amarillento, pardo rojizo y agrisado, de diversos tonos, desde el blanquecino al gris azulado obscuro.

En la base de la formación hullera, principalmente hacia su extremo oriental, se intercalan entre las pizarras y las areniscas bancos irregulares de conglomerados ó pudingas, compuestos de cantos pequeños de caliza, á veces angulosos, procedentes de las capas devonianas allí inmediatas, que hubieron de cercar los frondosos bosques, á los cuales se deben los potentes bancos de hulla.

Merced á un doble pliegue general á que se sujetaron las capas, esos conglomerados aparecen en las dos zonas extremas de la cuenca con espesores bien distintos. Muy próximos al límite septentrional, al O. de la collada de Sotillos y al NE. del punto de partida de la *Sabero 3*, por ambos lados del arroyo Pacedero, asoman reducidos á 5 metros de grueso, dirigidos al O.  $10^{\circ}$  N., con  $65^{\circ}$  de inclinación al S. Prosiguen con varias interrupciones hacia el N. de Sabero, en cuyo término adquieren mucho mayor desarrollo, pues al S. del Pico del Arrastradero forman ya una faja de 50 metros de anchura; y en las márgenes del arroyo de La Canalina, dentro de la *Rosario*, repentinamente doblan esa dimensión. Al otro lado del Esla, entre Santa Olaja y Fuentes, así como en Ocejo, el desarrollo de estos conglomerados es extraordinario, pues en algunos sitios pasan de 500 metros de anchura, no bajando su potencia de 150. Los caudalosos manantiales que salen de las cavernas inmediatas á las casas altas del pueblo de Fuentes, brotan de entre tales almendrones, que todavía continúan un quilómetro más á L., hasta el sitio nombrado Peñas Caidas, donde no baja de 60 metros el grueso total de sus bancos.

También á corta distancia del límite meridional de la cuenca, pero dejando inferiores y de más antigua sedimentación dos capas de hulla y varias de pizarras y areniscas, reaparece otra fila de conglomerados, con espesores cada vez mayores, desde el arroyo de Sotillos hasta cerca de la unión del Horcado con el Esla. Al S. de Sotillos, no lejos del estrecho de Alzón, se marca un banco de 5 metros de espesor hacia los linderos de la *Única* y la *Sabero 7*. Continúan las pudingas al registro *Encarnación*, al S. de Olleros, y se desarrollan con mucha mayor amplitud al O. del punto de partida de la *Sabero 10*, donde se retuercen abarquilladas en todos sentidos, revolviendo de N. á S., con inclinación occidental, hasta rematar del todo contra las calizas del monte Llaneces.

## III

## EXAMEN DETALLADO DE LA CUENCA

Atendida su forma irregular y su longitud, veinte veces mayor que su anchura media, para examinar detalladamente esta cuenca, con objeto de apreciar la riqueza de sus capas de carbón, mejor que seguir á éstas en el sentido longitudinal, es preferible cruzarlas repetidas veces por diferentes secciones en dirección transversal, ó sea de N. á S.

EXTREMO OCCIDENTAL.—En el remate occidental de la cuenca señaló Prado la primera capa de carbón á corta distancia al S. de Las Bodas, y entre este pueblo y Veneros apunta la segunda, interrumpiendo los afloramientos, que efectivamente están borrados en largos trechos de la superficie. A 50 metros al S. de Llama pasa la línea de contacto del cretáceo y del hullero, y comienza este sistema por una capa de carbón de 60 centímetros, inclinada al S.SO., remate occidental de una de las más seguidas de la cuenca, que indudablemente continúa por debajo del cretáceo al S. de Grandoso.

Al pie de la Peña del Castillo, que sobresale á corta distancia al E. de Las Bodas, el devoniano cruza el río de la Losilla que serpentea más abajo en una garganta tortuosa. Entre Las Bodas y Veneros el hullero ensancha gradualmente limitado en arco de círculo por el devoniano, y la línea de contacto de ambas formaciones se separa entre 50 y 200 metros de la margen izquierda del citado río, á corta distancia al S. del segundo pueblo citado.

Entre la Peña del Castillo y el Recuesto de los Gazapos la faja carbonífera se reduce á 200 metros de anchura y sus capas, 2 (fig. 1), inclinadas al N.NE., encajan entre el devoniano, 1, y el cretáceo, 3, que buzan discordantes en sentido contrario. En el Recuesto de los Gazapos, sobre la confluencia de los arroyos Escucha y Veneros, dentro de la concesión *Sabero 9*, además de las dos capas de Las Bodas, espaciadas 8 metros, con variable inclinación al O.SO., se reconocieron otras cinco, algunas de más de un metro de grueso, y sobre ellas se desarrolla una masa potente de areniscas blanquecinas de



Fig. 1.—Corte al O. de Veneros.

grano grueso, asociadas en su base á otras ferruginosas, amarillentas y parduscas, entre las cuales se intercala un banco delgado é irregular de gonfolita.

En la tercera pertenencia de la *Sabero* 9 acaban los bancos de arenisca dura, y en la cuarta afloran al N. de Veneros varias capas, algunas de un metro de espesor, que se siguieron con desordenadas labores hoy arruinadas. Por esta parte, siguiendo el camino de Veneros á Colle se desarrolla el carbonifero con más de 500 metros de anchura, presentándose los estratos por el orden que á continuación se expresa, hasta pasada la margen izquierda del río de la Losilla:

- 1—Pizarrilla arcillosa devoniana.
- 2—Caliza fosilifera del mismo sistema.
- 3—Pizarra carbonifera en que se intercala junto á Veneros un lecho de hulla.
- 4—Grueso banco de arenisca inclinado 80° al S., que forma un saliente en el terreno.
- 5—Faja hullera compuesta de areniscas, pizarras y un banco interpuesto de almendrán ó gonfolita de un metro de grueso, retorcidos todos los estratos con buzamiento septentrional predominante.
- 6—Otra faja hullera de 30 metros de ancho, en que se descubren el 2.º banco de almendrán de 3 metros de grueso y varios afloramientos de carbón.
- 7—Gran capa de hulla que en ciertos sitios pasa de 7 metros de espesor y que se explotó por gentes del país hasta la profundidad de 10 metros, en una longitud de 50 á 60 á cada lado del camino, predominando el buzamiento meridional.
- 8—Otra faja hullera de 20 metros de anchura incluidos varios afloramientos de carbón y un banco de almendrán de 5 metros de grueso.
- 9—Zona hullera septentrional de 8 metros de anchura, en capas inclinadas al NE.
- 10—Caliza cenomaneuse inclinada 70° al N., buzamiento que denota un desarreglo estratigráfico muy marcado de las rocas secundarias entre Las Bodas y Veneros. Entre Veneros y Llama las capas cretáceas se retuercen con diversas inclinaciones y cambios de alineación, pues en el Salto del Raposo á 300 metros al NO. del segundo pueblo inclinan 45° al O. 20° N.

El corte geológico según el meridiano de Colle ofrece la siguiente serie estratigráfica:

- 1—Pizarra arcillosa que en los bancos superiores se hace margosa y fosilifera.
- 2—Calizas tabulares y compactas con muchas especies fósiles devonianas.
- 3—Arenas cuarzosas cretáceas, con caolin, en fajas blancas, rojizas y amarillentas.
- 4—Caliza arenosa amarilla con fósiles cenomanenses, inclinada 25° al O.
- 5—Faja hullera que comienza junto al lugar de Llama con dos afloramientos de carbón, entre pizarras inclinadas 65° al S. 20° O., á las que siguen areniscas cuarzosas, haciendo saliente en el terreno en una zona de 60 metros de anchura.
- 6—Faja hullera central en estratos sumamente retorcidos y dislocados, que en la mina *San Juan* inclinan 60° al S.SE.
- 7—Faja hullera meridional de 35 metros de anchura, compuesta principalmente de pizarras arcillosas blandas y foliáceas, las cuales se confunden con las devonianas, bajo las que yacen por una inversión completa de los estratos.
- 8—Faja de cayuela devoniana que se distingue de la pizarrilla hullera por su color gris verdoso y rojizo á la vez.
- 9—Grandes masas de caliza devoniana que sobresalen en los crestos inmediatos de la Peña del Cerezal, y del Pico de la Barrosa ó del Matadero.

Por ambas orillas del arroyo de La Pedrosa, entre 1 y 2 kilómetros al S. de Llama, la faja hullera meridional contiene cinco capas de carbón. La situada más al N. tiene un metro de caja y 70 centímetros de hulla bastante sucia, por estar demasiado mezclada con pizarra. Sigue muy próxima la 2.ª capa, que en la mina *Unión* fué cortada por una transversal de 60 metros de largo, á los 20 metros de su entrada, presentando 90 centímetros de carbón graso y duro que da el 50 por 100 de cribado y galleta. En la misma mina, á un nivel 5 metros más bajo de esa transversal hay otra que cortó ambas capas, inclinadas 50° al S.SE. y separadas por una faja de pizarra de 2 metros de grueso. La 3.ª capa mide espesores comprendidos entre 1 y 3 metros; la que sigue es de 80 centímetros, y la última

de 60. La 3.<sup>a</sup> capa se explotó parcialmente hasta hace ocho años en la mina *San Juan* (antes *San Pedro*), con desordenadas y miserables labores de rapiña.

En la mina *Fortuna*, que sólo comprende 12 hectáreas y pertenece á una compañía del país, una transversal, alineada de N. á S., de 150 metros, cortó las cinco capas siguientes:

1.<sup>a</sup> A 55 metros de la entrada, con espesores irregulares y un metro de grueso, pero en ciertos sitios de labores antiguas pasó de 4 metros, reduciéndose, en cambio, á pocos centímetros por la parte de la izquierda.

2.<sup>a</sup> A 20 metros de la anterior con 60 centímetros de grueso.

3.<sup>a</sup> A 15 metros de la 2.<sup>a</sup>, con un metro de caja y 60 centímetros de carbón, pero que á los 5 metros de galería de dirección se redujo á la guía.

4.<sup>a</sup> A 10 metros de la 3.<sup>a</sup> con 90 centímetros de carbón en la transversal, pero que también falló á corta distancia de ella.

5.<sup>a</sup> De sólo 40 centímetros, á 5 metros de la 4.<sup>a</sup>, con la que tal vez se reúna en labores sucesivas.

Los carbones de estas capas son grasos, pero muy quebradizos, y más al S. hay otras dos poco exploradas, una de 1<sup>m</sup>,30 y otra de 70 centímetros, probablemente repetición de las anteriores. A causa de sus multiplicadas dislocaciones, los estratos se retuercen en esta mina con variables inclinaciones al E. 20° N., al pié de la collada de Llama, donde están separados por una falla de la pizarrilla ó cayuela devoniana que á ellos parece sobrepuesta.

SECCIÓN ENTRE FELECHAS Y SOTILLOS.—A 350 metros al E. de Llama con la *Sabero 8* y á 600 metros al S. de Felechas con la *Sabero 3*, comienza el coto de la *Sociedad de Sabero y anexas*, que examinaré á partir del meridiano del segundo pueblo.

Concluyen las calizas devonianas, 1 (fig. 2), á 500 metros al S. de Felechas, presentándose las areniscas y pizarras hulleras, 2, retorcidas en todos sentidos, acusando las profundas dislocaciones que siguieron á su formación. Aparece la primera capa con 0<sup>m</sup>,90 de espesor á 50 metros al N. del camino de Boñar, hallándose al E. de la Venta de Felechas dividida en dos secciones, separadas por un intermedio de cayuela con buzamiento septentrional. A otros 50 metros al S. de dicho camino, en el espacio de 25 metros, afloran tres lechos de hulla que tienen respectivamente 10, 40 y 50 centímetros de espesor.

Pasada la Vallina de Sotillos, á menos de 100 metros de su margen

izquierda, en la Retuerta, cruza la tercera y cuarta pertenencias de *Sabero 8* una capa de 1<sup>m</sup>,30, á 70 metros de la cual existe más al S. otra de 3<sup>m</sup>,50, sobre la que se abrió antiguamente una galería hoy hundida.

Los estratos se mantienen inclinados 37° al S. 15° O. con mucha regularidad, hasta una fila de crestones de arenisca muy dura, 5, é inmediatas á ellos existen otras dos capas: una al N., dividida en dos lechos de 0<sup>m</sup>,80 en el yacente y 0<sup>m</sup>,40 en el pendiente, sumando en total 1<sup>m</sup>,20 de carbón; y la última, de 0<sup>m</sup>,70 á 60 metros de la anterior. Ambas se extienden al pié de la peña de Castro y de las escarpadas crestas de Los Corralines, por la depresión llamada Mata de

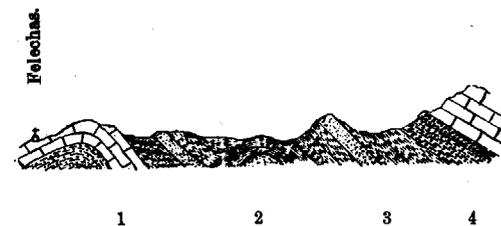


Fig. 2.—Corte por el meridiano de Felechas.

la Cinta, compuesta de la pizarrilla devoniana, 4, coronada de grandes bancos de caliza, 5, del mismo sistema.

Poco más al E., en Val de Legrija, cañada cerrada de monte, intermedia entre La Retuerta y la Vallina Honda, aparecen los afloramientos de las capas acabadas de reseñar, una de las cuales, en los confines de la *Dichosa*, asoma con 1<sup>m</sup>,40 de espesor. Siguiendo más al N. á lo largo del mismo Val de Legrija, por la *Sabero 8*, existe un desarreglo estratigráfico, y merced á éste, en corto trecho, caen las capas muy tendidas al N., de pronto se ponen verticales, y no tardan en normalizarse con buzamiento meridional. Así se explica que en el tercio inferior de la cañada haya capa de carbón que, aflorando con 2<sup>m</sup>,50 de espesor, acabe repentinamente en cuña reducida á la quinta parte.

Siguiendo una línea transversal á un quilómetro al E. de la anterior, se cruzan las dos minas citadas, *San Luis* y su demasia al poniente de la collada de Sotillos. En el punto de partida de la *Sabero 3*, sobre la izquierda del arroyo de las Panderas, la primera capa

de carbón mide 2<sup>m</sup>,30 de espesor con 65° de inclinación al S. 10° O.; á 150 metros más adelante asoma la segunda con 1<sup>m</sup>30; 40 metros más al S. se halla la tercera, de igual potencia próximamente, á la que sigue, por fin, á corta distancia del camino de Boñar, otra subdividida en varios lechos por repetidas intercalaciones de pizarra.

Por las orillas del arroyo que baja al Porma desde la collada de Sotillos, los bancos de arenisca y de pizarra que separan dicho grupo del siguiente, al S. del camino de Boñar, inclinan entre 55 y 60° al S.SO., después de otras inflexiones correspondientes á pliegues y roturas más enérgicos.

Penetrando en la *Sabero 8* se cortan las capas citadas en la línea anterior: las dos primeras de un metro, la tercera de 5; y 18 metros más al S., en el comienzo de La Vallina Honda, está la última de la concesión con 2<sup>m</sup>,50.

Otra línea transversal que se siguiese por la divisoria del Porma y del Esla, es decir, pasando por la collada de Sotillos, nos daría los resultados siguientes:

Entre 600 y 700 metros al NO. de Sotillos y de 220 á 250 al N. del camino de Boñar, se encuentra la primera capa septentrional con un espesor de 1<sup>m</sup>,80 en El Arguezal. Se dirige al O. 20° N., inclina 65° al S.SO., prosigue á la *Angelita* y se extiende por la *Sabero 3*, al N. de la collada de Sotillos. Cien metros más al O. se retuerce, pasando de la vertical al buzamiento septentrional, cruzándose hasta los confines de la mina *Luis* una faja de pizarras carbonosas estériles, en las cuales se restablece el buzamiento meridional, que se sostiene constante á lo largo del camino de Boñar. A 160 metros al S. de éste tiene la *Luis* su primera capa con 1<sup>m</sup>,20 de espesor; á los 29 metros de ésta asoma la segunda; á los 22 más al S. la tercera, con espesores variables entre 1 y 7 metros, según los afloramientos en que se observen; y, por fin, en los 70 metros siguientes se ven otras tres, las dos primeras comprendidas entre 0<sup>m</sup>,50 y 0<sup>m</sup>,70, y la última con 2<sup>m</sup>,70 en algunos sitios.

Pocos metros más al S. principia la *Sabero 6*, con dos capas, separadas por un espacio estéril de 4 metros, que suman de 7 á 8 de espesor, se pliegan al buzamiento N., y reaparecen á 35 metros más al S. con los respectivos anchos de 5 metros y 2<sup>m</sup>,10.

Tres capas principales existen, siguiendo más al Mediodía, en terrenos de la *Última*, la *Perla* y su demasia, notándose por este lado de la cuenca muchos desarreglos stratigráficos, pues aquéllas se di-

rigen al N. 15° O., inclinando 75° O. en varios sitios, es decir, casi en ángulo recto con la alineación más general. La primera se divide en tres lechos por dos regaduras de 15 á 20 centímetros; la segunda mide, en largos trayectos, entre 1 y 2 metros de espesor, si bien en algunas labores recientes se arruga en varios nudos irregulares; y, por fin, la tercera mantiene con bastante uniformidad la potencia de 1<sup>m</sup>,40.

Entre la collada de Sotillos y el pueblo baja el arroyo de igual nombre que cruza oblicuamente las pertenencias de la *Luis*, y donde se cortan las capas anteriormente reseñadas. Entre 600 y 700 metros al O. 8° S. de Sotillos hay una muy mezclada de pizarra, inclinada al O.NO., retorcida según la dirección y con un metro ó poco menos de espesor, que aumenta considerablemente 47 metros más abajo siguiendo el curso del arroyo; y á corta distancia más al O. otra muy próxima ahora con una potencia de 4 á 5 metros. Por esta parte de la cuenca se acentúan las dislocaciones de los estratos, que ora se retuercen verticales, ora caen con poca inclinación y diversos buzamientos.

Otro punto donde fueron enérgicas las dislocaciones del terreno es en el barranco de Las Varganas, que corre paralelo al N. del de Peña Aguda, juntándose al Sotillos poco antes de la reunión de los tres. Por ese lado, al S. del cerro de La Raposa, las capas del N. tienen buzamiento septentrional, é inclinan de opuesto modo las del S., retorcidas y desgarradas de mil maneras.

MERIDIANO DE SOTILLOS.—Al N. de Sotillos comienza el hullero por una gran masa de areniscas cuarzosas duras, pasadas las cuales y unas pizarrillas carbonosas que las acompañan, aparecen dos lechos de hulla de 0<sup>m</sup>,50 á 0<sup>m</sup>,70 de espesor. Cien metros más al S. hay otra capa como la anterior, prolongación oriental de las de *Sabero 3*, dividida en secciones por algunas vetillas de pizarra arcillosa fuertemente inclinadas al S., á 160 metros antes de llegar al pueblo.

Entre Sotillos y el estrecho de Oveja, siguiendo la línea media transversal de la cuenca, se cruzan los siguientes afloramientos, prolongaciones respectivas de las capas anteriormente reseñadas:

1.º A 100 metros de la iglesia del pueblo, muy cerca de las casas, uno de 1<sup>m</sup>,60.

2.º Capa de más de 7 metros de espesor en algunos sitios, prolongación occidental de la del punto de partida de *Sabero 5*, é incluida también en esta mina excepcionalmente rica, pues en dicho punto

(antigua *Carmen*) se arrancó una bolsada superficial que no midió menos de 31 metros de grueso.

3.º Capa también de grandes ensanches y estrecheces, con buzamiento meridional y una potencia media que no baja de 3 metros.

4.º Capa de un metro que penetra en *Sabero 6*, repentinamente inclinada en sentido contrario.

5.º Afloramiento insignificante, pero que debe tenerse en cuenta para las futuras labores subterráneas.

6.º Capa que en unos sitios mide 1<sup>m</sup>,30, en otros más de 3, no bajando el promedio de 2. Se halla en el límite meridional de *Sabero 6*, inclina 60° al NE. y arma entre cayuelas deleznales.

7.º y 8.º Afloramientos irregulares en bolsadas, á las cuales sólo asigno, en junto, 1<sup>m</sup>,50 de espesor como promedio.

9.º Capa irregular, donde se acodan los estratos, correspondiendo su inflexión al fondo del valle. No juzgo prudente señalar más de un metro de espesor medio á esta capa.

10. Afloramiento irregular de 0<sup>m</sup>,30, término medio.

11. Afloramiento irregular, análogo al anterior.

12. Capa de 0<sup>m</sup>,40, retorcida al S.

13. Capa irregular de 0<sup>m</sup>,55, entre bancos respectivamente levantados hasta cerca de la vertical.

14. Capa de un metro, con mezcla de cayuela carbonosa, tendida hasta menos de 40° de inclinación.

15. Capa de 0<sup>m</sup>,85, separada de las siguientes, que forman la faja meridional, por un banco de conglomerado de 5 metros de espesor, al que sigue un crestón de arenisca dura, muy cuarzosa, inclinada 60° al N. 40° E.

16. Capa de 0<sup>m</sup>,28.

17. Otra capa de 1<sup>m</sup>,20 de espesor medio.

18. Otra capa irregular de 0<sup>m</sup>,50.

19. Capa de un metro, retorcida al S., inmediata al estrecho de Oveja.

Las capas 7 á 9 afectan por este meridiano á la demasia de la *Perla*, y las 11 y 15 están comprendidas principalmente en la *Única*, donde se sostienen con mucha regularidad sus espesores, ofreciendo carbones de clases excelentes muy estimados en el país. La capa principal tuvo en su comienzo menos de 0<sup>m</sup>,30 de anchura; pero siguiendo la galería abierta sobre ella, á menos de 50 metros al E. del punto de partida de esa mina, se normalizó con un metro de espesor muy

constante, llegando en sitios á 2, con 80 á 85° de inclinación al S. Avanzaron los mineros hace doce años hasta 175 metros al E. 27° S., sin gastar apenas madera en la entibación, gracias á la resistencia de los hastiales; pero ocurridos varios desprendimientos de grandes losas de pizarra y de arenisca, aquellos obreros, desprovistos de guía inteligente, principiaron á batirse en retirada, dejando en ruinas sus primitivos avances.

Al E. de la *Única* continúan las capas á la *Mayorgana*, y en la falda S. de la loma donde ésta radica, hay cuatro principales inclinadas al N.: la primera, de 1<sup>m</sup>,40 de espesor; la segunda, de 2,50 á 25 metros de la anterior; la tercera, de 1,50 á 21 metros de la segunda, y la cuarta, reducida á 0,60, á 11 metros más adelante. Las cuatro suman un espesor en carbón de 6 metros; las sigue una zona estéril de 260 metros, y después aparecen las de la faja meridional, ó sean de la 16 á la 19, que cruzan á lo largo de la *Sabero 7* y continúan al E. por la *Aurora* y la *Dolores*.

El arroyo de Peña Aguda se ajusta á un eje anticlinal, según el cual buzán al S. las pizarras hulleras de su derecha y al N. las de su izquierda. Entre 100 y 200 metros sobre esta última orilla afloran en la *Sabero 7* tres capas dirigidas al O. 10° N., con inclinaciones de 65 á 75°. La más septentrional es la del punto de partida, y no tiene menos de 1<sup>m</sup>,70 de espesor, habiendo sido objeto de raquíticas y desordenadas labores en tiempos antiguos; y las otras dos son de espesores comprendidos entre 1 y 2 metros, hallándose la más meridional cerca del límite de la concesión á corta distancia de las calizas.

Junto al extremo SO. de la *Sabero 7* se halla la pequeña concesión *Amalia*, en gran parte enclavada en los crestones calizos de Peña Aguda, contra la cual se retuercen muy trastornadas las capas de hulla que en algunas labores se alinean al N. 15° O. con variables inclinaciones al E., si bien por esa parte el buzamiento septentrional es el predominante. Una gran porción de esa mina está comprendida en el devoniano, circunstancia que contribuye á su escaso valor.

PARTE CENTRAL DE LA CUENCA.—La *Única*, la *Mayorgana*, parte de la *Sabero 7*, la *Encarnación*, la *Aurora*, las *Sabero 2*, *Angelita*, *Buronesa* y su demasia, y las *Sabero 5*, *6* y *4*, ocupan entre Sotillos y Olleros el centro de la cuenca, siendo las tres últimas de excepcional y extraordinaria riqueza.

Empezando por la *Sabero 2*, que es la más septentrional de toda la serie, en su punto de partida, sobre la derecha del arroyo del Ro-

dio, se abrieron labores en una capa de 4 metros de espesor, dividida en tres secciones: la del pendiente, de 0<sup>m</sup>,80, con un carbón excelente para fraguas; la del medio, de 0<sup>m</sup>,40, y la del yacente con cerca de un metro, pero muy mezclado el combustible con cayuela. Por el pendiente inclina 50° al S. y por el yacente 70°, lo que indica un rápido ensanche en profundidad, cuya importancia no se puede hoy comprender por hallarse hundidas las labores. Hacia el E. se prolonga al cerro de La Mata Grande, donde aflora con menor potencia.

En los confines de *Sabero 2* y de la *Angelita*, á un quilómetro de Sotillos, sigue otra de 2 metros de grueso, y 100 metros al S. hay otra de 0<sup>m</sup>,85, distante 25 al E. del corral de Santiago Rozas. Entre ambas se interponen tres bancos de arenisca dura, cuyas crestecillas sobresalen entre la pizarra arcillo-carbonosa, la cual, 20 metros más al S., cambia su buzamiento al N.NE., restableciéndose el meridional á 250 metros más adelante, sobre la derecha del camino de Boñar. Junto á éste, en terreno de la *Sabero 5*, se halla otra capa de 5 metros, á 64 metros de la cual aflora otra de 5<sup>m</sup>,70. Estas dos capas, sobre la izquierda del arroyo Horcado, adquirieron en algunos sitios espesores comprendidos entre 14 y 25 metros, que por hallarse en la superficie motivaron bárbaras explotaciones á cielo abierto, cuyas huellas no se han borrado al cabo de tantos años. Siguen á ellas otras tres: 1.<sup>a</sup>, de 5<sup>m</sup>,25, encajada entre pizarras tendidas con 20° de inclinación al N.; 2.<sup>a</sup>, que dibuja multiplicadas ondulaciones con muy variable grueso, á veces de 10 metros; 5.<sup>a</sup>, que conserva en largos trechos un espesor de 1<sup>m</sup>,60, inclinada de 80 á 85° al SO., y sobre la cual se abrió hace diez y seis años una galería hoy abandonada.

A 500 metros al SO., sobre la izquierda del arroyo Adiles y en el punto de partida de la *Sabero 6*, existe otro nudo ó bolsada de carbón de 15 metros de ancho, percibiéndose inmediatas señales de afloramientos de otras capas.

En el meridiano de Olleros el hullero y los terrenos que lo limitan se presentan de N. á S., según se indica en la figura 3.

1—Cuarcita devoniana inclinada al NO., 300 metros.

2—Pizarrilla arcillosa blanda, 60 metros.

3—Caliza blanquecina y dolomía amarillenta del devoniano, alternantes con otra pizarra arcilloso-califera ferruginosa, roja con listas amarillas y verdosas.

- 4—Caliza roja cambriana.  
 5—Caliza gris con *Favosites cervicornis*, *Spirigerina reticularis* y otros fósiles devonianos, desgajada de la masa general entre dos fallas.  
 6—Primeras capas del hullero compuesto de pizarras foliáceas y areniscas alternantes entre las cuales se marca un banco de conglomerado de 4 metros de grueso formado de guijo menudo de cuarzo con cemento siliceo-arcilloso amarillo.  
 7—Capa de la antigua *Suceswa*, precedida de una zona de pizarra arcillo-carbonosa foliácea de 50 metros de anchura, en la que se intercalan algunos lechos escasos de arenisca.  
 8—Arenisca cuarzosa que forma una cresta saliente en el terreno de 4 á 5 metros de ancho, situada á 100 metros al S. de la 7.<sup>a</sup>

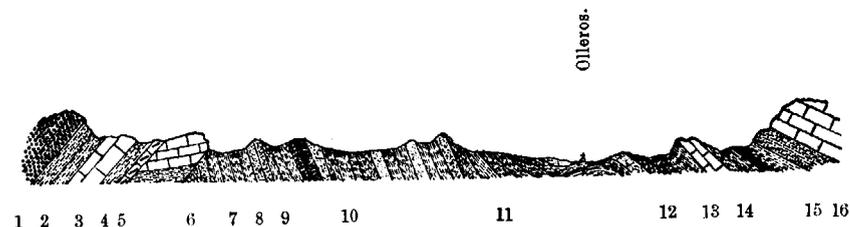


Fig. 3.—Corte á través del meridiano de Olleros.

Sobre ella se apoya la 2.<sup>a</sup> capa de carbón, que en unos 500 metros de longitud tiene el espesor medio de un metro próximamente, reduciéndose más á L. al grueso de 50 centímetros.

9—Tercera capa de carbón de 25 á 35 centímetros de espesor, situada á 200 metros de la anterior.

10—Zona estéril de pizarra arcillosa deleznable en capas retorcidas en todos sentidos, sin afloramiento alguno de carbón, comprendiendo un ancho de cerca de 400 metros.

11—Zona rica de Olleros en la cual se incluyen nueve capas de carbón con los caracteres que más adelante se detallan.

12—Faja hullera meridional entre la cual se incluyen algunos bancos de almendrón y se intercala un banco de caliza devoniana, 13, que debe estar desgajado entre dos fallas. Pasada una fajita estrecha de pizarras hulleras, 14, siguen las cayuelas y areniscas devonianas, 15, coronadas por la caliza, 16.

Las capas 6 y 7 se extienden por las tierras de la Gatuña, con 65 á 70° de inclinación al S.SO; con las 8 y 9 cruzan á lo largo de la mina *Sabero* 2, y parte de ésta así como casi toda la *Buronesa*, están comprendidas en la zona estéril, 10. En el límite meridional de la última cambia el buzamiento de los estratos en sentido contrario.

Los notables afloramientos de las inmediaciones de Olleros en las minas *Sabero* 4, 5 y 6 motivaron hace nueve años las principales labores que hoy se ven en esta cuenca, habiéndose establecido cuatro pisos con sus correspondientes transversales y galerías de dirección sobre casi todas sus capas, que no bajan de diez.

La transversal del primer piso mide 270 metros y cortó seis capas. La situada más al S., que llaman 5.<sup>a</sup>, tiene un metro de espesor medio y es la más sucia, pues la divide en dos vetas una faja de *pastión* ó arcilla negra carbonosa y plástica. La 2.<sup>a</sup> está á 25 metros de la 1.<sup>a</sup>, tiene un espesor medio de 1<sup>m</sup>,80, con variaciones comprendidas entre 30 centímetros y 5 metros, da un carbón duro y limpio, con más del 25 por 100 de cribado. A 35 metros al N. de la 2.<sup>a</sup> se halla la 3.<sup>a</sup>, con espesores comprendidos entre 1 y 4 metros, llevando en su centro una intercalación de 10 á 30 centímetros de pizarra dura en bolas. A 58 metros de la 3.<sup>a</sup> está la 4.<sup>a</sup>, reducida á 60 centímetros con diversas estrecheces é interrupciones, doblada en figura de fondo de barco hasta reunirse con la 6.<sup>a</sup>, que tiene caracteres idénticos, disgregada también en bolsadas, algunas de 10 metros de largo y 5 de grueso máximo. Ambas capas están descompuestas cerca de la superficie. La 6.<sup>a</sup> capa, á 26 metros de la 5.<sup>a</sup>, está reducida á pocos centímetros de grueso en esta parte de la cuenca.

La transversal del segundo piso del grupo de Olleros, situada á 600 metros al O. de la del primer piso, cortó en sus 270 metros de longitud, las ocho capas siguientes, designadas de S. á N.:

1.<sup>a</sup> A los 12 metros de la entrada con 2 metros de espesor.

2.<sup>a</sup> A los 60 metros con 3 metros y sobre la cual se abrió una galería de dirección de 140 y que se abandonó por falta de altura para la explotación.

3.<sup>a</sup> A los 71 metros con 1<sup>m</sup>,50 de potencia, cruzando por debajo de las casas del pueblo.

4.<sup>a</sup> A 23 metros más al N. que la anterior. Se encontró con 2 metros de carbón y se siguió en dirección al O. hasta los 320 de longitud, donde esterilizó completamente por otros 90 metros siguiendo la dirección. Pasados éstos, reapareció con 3 metros de espesor

en otros 20 metros de largo, al cabo de los cuales siguió la galería en estéril otros 120 metros. Desde esta galería de la 4.<sup>a</sup> capa se hizo un recorte á la 3.<sup>a</sup> que siguió con espesores comprendidos entre 1 y 2 metros hasta los 500 de longitud, en que volvió á esterilizar por completo. Las dos secciones mencionadas de las galerías 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup> sirven de galería general de arrastre en este piso.

5.<sup>a</sup> En la superficie tiene anchuras hasta de 3 metros, pero la transversal la cortó á los 145 metros de la entrada con la mitad de esta potencia. Por el lado del E. se explotó en unos 200 metros; y á 160 metros del comienzo de esta galería de dirección se trazó una transversal que encontró la 7.<sup>a</sup> capa á los 70 metros.

6.<sup>a</sup> A 8 metros de la anterior se redujo por esta parte á una bolsada de 2 metros de grueso máximo, que se explotó en dos pequeñas secciones por cada lado de la transversal. Probablemente continuará por ambos rumbos, pasadas las estrecheces ó fallas que la recortan.

7.<sup>a</sup> Hallada á los 220 metros de la boca de la transversal, se siguió al O. en 360 metros con espesores comprendidos entre 3 y 9 metros. Al E. se viene explotando á cielo abierto.

8.<sup>a</sup> A los 50 metros más al N. de la anterior es una capa gruesa, pero muy mezclada de pizarra, que la hace muy sucia y se deja sin explotar.

A 200 metros al N. de Olleros se explotó á cielo abierto una sección de la capa 7.<sup>a</sup> de 500 metros de largo con la profundidad media de 15 metros hasta la sobreguía del segundo piso. No bajó de 6 metros su espesor medio en esa sección, habiéndose verificado el arranque por trozos de 3 metros de largo, dejando un macizo vertical con gruesos que variaban de 50 á 80 centímetros para seguridad del terreno y la contención de los rellenos de la parte inmediata recién arrancada. La extracción del carbón se efectuaba por un pocillo de 80 centímetros de diámetro abierto en un costado del tajo.

Entre las capas 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup> hay una fila irregular de bolsadas, algunas de las cuales miden hasta 20 metros de largo con el espesor de 4 metros en algunos sitios.

Los estratos se dislocan excesivamente entre la iglesia de Olleros y el barrio del S., tendiéndose desde la vertical hasta menos de 30°, y formando diversas inflexiones en el sentido de la dirección cerca de la casa de Santiago Rozas, en cuya esquina asoma otra capa de 2 metros de grueso, retorcida al NE. é inclinada al NO. Tal vez esta

capa corresponda á la que llaman *cero* en Olleros, que cruza á 60 metros al S. de la núm. 1 y que no fué cortada por la transversal.

A 475 metros de la transversal oriental del segundo piso del grupo de Olleros se halla la occidental que cortó la capa 5.<sup>a</sup> sólo con 50 centímetros; pero investigada en dirección aumentó su ancho hasta 5 metros á los 60 más á P. Análogamente se encontró en estéril la 6.<sup>a</sup>; pero á la referida distancia llegó hasta los 4 metros de espesor. La 7.<sup>a</sup> se encontró con otros 4 metros de grueso, y la 8.<sup>a</sup> forma allí una zona de 15 metros, en que alternan las pizarras y las bolsas de carbón, algunas de las cuales se explotaron por hundimiento.

La transversal del tercer piso se halla á 350 metros á P. de la anterior y cortó la 5.<sup>a</sup> capa con un metro, la 6.<sup>a</sup> reducida á la guía, la 7.<sup>a</sup> con 5 metros, la 8.<sup>a</sup> con 1,50, la 9.<sup>a</sup> con un metro, y á 75 metros más al N. se halló la 10.<sup>a</sup> con un metro de carbón limpio, pero falló á los 15 metros, por lo cual fué abandonada hasta mejor ocasión.

A 210 metros de la transversal del tercero está la del cuarto y último piso, que cortó la 5.<sup>a</sup> capa con 2 metros, la 6.<sup>a</sup> en estéril, la 7.<sup>a</sup> con 2,50 y la 8.<sup>a</sup> con 1,50, pero de carbón muy sucio.

Pasado un intermedio estéril, á 500 metros al SO. de Olleros, junto al camino de Ocejá, en la mina *Encarnación*, afloran las siguientes capas: una de 0<sup>m</sup>,95, que inclina 70° al N.; otra de 0<sup>m</sup>,60, á 10 metros de la anterior, y después otra á los 20, con un ancho de 9, subdividida en varios lechos delgados. Preséntanse después algunos bancos de almendrán, notándose en la arenisca que la sucede varios pliegues en que predomina el buzamiento meridional, retorciéndose por fin las capas al NE. con diversos grados de inclinación al NO.

Al S. de la *Sabero 4* se prolongan á la *Dolores* otras dos capas que hay más al S., procedentes de *Sabero 4* y de la *Aurora*. La principal varía en su espesor entre 1 y 5 metros, y fué objeto de mezquinas explotaciones hechas por gentes del país, á quienes pertenece la concesión. Hay una galería de dirección, de 46 metros de larga desde su boca hasta un pozo de ventilación que tiene 12<sup>m</sup>,20 de hondo, y desde éste avanzaron 55 metros más al O. A 6 metros del citado pozo hay otro de dimensiones exageradas, donde se halla el punto de partida de la mina.

A 26 metros al S. de la anterior hay otra capa, inmediata ya á las calizas y paralela á ellas, arrumbada al O. 10° N.

Al E. del meridiano de Olleros, siguiendo el curso del arroyo de La Herrera, se cruzan diagonalmente las capas del centro de la cuen-

ca, habiendo recogido en el terreno los siguientes datos: Al N. de la *Sabero 4*, en Las Pecinas, los estratos se retuercen, pliegan y desgarran en diversos sentidos, incluyéndose varias vetas irregulares de carbón, algunas de más de un metro de espesor en ciertos sitios. A 200 metros más al S. siguen las dislocaciones de las capas, entre éstas una de hulla en dicha mina, notable por sus multiplicadas arrugas. A 90 metros de distancia, siguiendo el arroyo, existe sobre su derecha la boca de una galería arruinada en que se siguió una capa inclinada al N.NO., quedando en El Cojal otra intermedia de 0<sup>m</sup>,90 con 70° de inclinación en sentido contrario. A 40 metros al S. de la galería, poco antes del pontón donde el camino de Boñar cruza el arroyo, se ve otra capa de 0<sup>m</sup>,90; y continuando hacia el límite meridional de la cuenca, todavía en la *Sabero 4*, entre el arroyo Horcado y la Peña de las Agujas, sitio nombrado Valdetorno, existe otra capa de 0<sup>m</sup>,90, dirigida al O. 50° N. con buzamiento septentrional, subdividida en tres lechos.

Las minas *Estrella* y *Segura*, que suman 86 hectáreas, pertenecientes á la Sociedad *Nueva Montaña*, radican entre Olleros y Saellices, cruzando por ellas las ocho capas de carbón siguientes, que reciben allí la numeración que á continuación se expresa, contando también de S. á N., como se efectúa el avance de las transversales:

- 1.<sup>a</sup>, ó sea la número 5 de Olleros, que entre el arroyo de la Herrera y el Horcado tiene un espesor medio de 5 metros. Presenta en las márgenes del Herrera un salto al N. de 50 metros de amplitud.
- 2.<sup>a</sup>, á 76 metros al N. de la 1.<sup>a</sup>, con el espesor de 2<sup>m</sup>,50.
- 3.<sup>a</sup>, á 26 metros de la 2.<sup>a</sup>, con 1<sup>m</sup>,50 de grueso.
- 4.<sup>a</sup>, entre 20 y 30 metros de la anterior y con el grueso medio de 2 metros.
- 5.<sup>a</sup>, de un metro de potencia á 94 metros de la 4.<sup>a</sup>
- 6.<sup>a</sup>, á 23 metros de la 5.<sup>a</sup>, con espesores comprendidos entre 2 y 4 metros, pero de carbón demasiado blando y muy sucio.
- 7.<sup>a</sup>, entre 20 y 50 metros de la 6.<sup>a</sup>, con un metro de carbón más duro que las otras capas anteriores.
- 8.<sup>a</sup>, á los 55 metros, término medio, de la 7.<sup>a</sup>, y también de carbón duro y compacto.

Todas las capas inclinan al S., y en la 6.<sup>a</sup> se marcó una inflexión con buzamiento opuesto en la longitud de 20 metros. Entre la 4.<sup>a</sup> y la 5.<sup>a</sup> se intercala un lecho sin importancia en los afloramientos.

Con muy poca altura, por la depresión del terreno, empezaron los

trabajos de estas minas por una transversal diagonal de 160 metros que cortó la 6.<sup>a</sup> capa en falla. Desde allí se torció de S. á N. la galería de recorte hasta la 7.<sup>a</sup> capa, que es casi estéril en 50 metros de largo, revolviéndose las labores á cruzar de nuevo la 6.<sup>a</sup> capa, sobre la cual se abrió una galería de dirección de 190 metros, de los cuales los 30 primeros se cortaron en carbón, siguieron á éstos 5 en falla, después 12 en hulla, á los que siguieron 17 metros en estéril, otros 70 de carbón con una bifurcación que por la rama del S. acabó á los 40 metros, y que por la del N. ensanchó con 2 metros de grueso hasta terminar en la 3.<sup>a</sup> falla.

Entre las fallas 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> se abrió un pozo de reconocimiento que dió el positivo é interesante resultado de averiguar que la capa 6.<sup>a</sup> continúa en carbón hasta los 100 metros de profundidad á que llegó esa labor, en vista de lo cual se decidió la apertura de un pozo maestro de 4<sup>m</sup>,50 de diámetro. A partir de éste se proyecta la apertura de diferentes pisos de 25 metros de altura.



Fig. 4.

Los desmontes del ferrocarril de Olleros á las instalaciones de Vegamediana descubrieron con mayor claridad los muchos trastornos estratigráficos de la zona meridional de la cuenca al pie de las crestas calizas de Valdetornos por las minas *Sabero 4*, *Estrella* y *Segura*. En la Vallina de la Llamosa, la capa 6.<sup>a</sup> de la *Estrella* se presenta desgarrada con secciones que se alinean al NE. é inclinan 50° al NO. en algunos puntos, y buzando 75° al S. en su prolongación oriental. Esa capa se halla junto á la vía fraccionada en tres ramas, como se indica en la figura 4.

Más á P. se ve la 5.<sup>a</sup> capa dividida en dos ramas: una de 60 centímetros y otra de 40, encajada entre areniscas y con una faja intermedia de *pastión* de 30 centímetros.

Entre pizarras y areniscas aflora la 4.<sup>a</sup> con más de un metro de grueso, pero se adelgaza al nivel de la vía, donde inclina 60° al S. 12° O. Rizada con varias ondulaciones sigue la 3.<sup>a</sup> capa, casi del todo estéril, y acompañada de la 2.<sup>a</sup> capa continúa al N. de los bancos calizos de la Peña de las Agujas. Entre éstos y los peñones devonianos de Valdetornos, situados más al S., pasan en una estrecha fajita las capas 1 y *cero* en dirección al Hayedo de Sabero (mina *Gonzalo*). El serrijón de la Peña de las Agujas avanza hasta 200 metros al SO. de Saelices con un ancho de 100 metros formando una cresta saliente

arrumbada al N.NE., que, por su mayor resistencia, contribuyó á las dislocaciones estratigráficas que se han anotado.

**MERIDIANO DE SAELICES.**—En los confines de la *Sabero 1* y la *Primavera*, tocando los límites de la cuenca, aparece la capa más septentrional con cerca de 2 metros de espesor, pero muy mezclada de pizarra en su afloramiento. Suceden á ella otras dos, la principal con 1 á 2 metros en las primera y segunda pertenencias y 45° de inclinación al SE., llegando á 70° en las tercera y cuarta, donde mide 1<sup>m</sup>,20 en unos sitios, 2<sup>m</sup>,50 en otros, pudiendo admitirse 1<sup>m</sup>,60 como promedio.

Si se repara en el plano adjunto, estas tres capas avanzan de 250 á 300 metros al N. con relación á las prolongaciones al E. de las capas más septentrionales de la *Sabero 2*, lo que me hace dudar si esa diferencia en las distancias se debe á una falla transversal ó diagonal, en relación con las dislocaciones que se notan en Olleros. Sin labores subterráneas que pongan en claro la mayor ó menor importancia de esos trastornos estratigráficos de la superficie, difícil será, sin embargo, afirmar ó negar la existencia de esa falla; y obsérvese además que junto al arroyo de Los Argañales, al pie de los cerros de Los Matizales, las fajas de areniscas y de pizarras estériles revuelven al NE. con 45 á 55° de inclinación al NO.

Cerca del límite de la *Estrella* y la *Segura*, á unos 200 metros al S.SE. de la iglesia de Saelices, se abrió hace años una transversal de 80 metros de largo que cortó las capas 8 y 7 reducidas á poco más de medio metro de grueso; y más adelante se halla la 6.<sup>a</sup> bifurcada en dos ramas que se unen pasado el río Horcado. Por esta parte se interpone entre las capas 7 y 8 un banco de almendrán que no se encuentra en Olleros.

Las dislocaciones estratigráficas continúan á P. del monte de Castro, por las minas *Rosario* y *Sabero 11*, en la cual se comenzó á explotar en tiempos antiguos, sobre la derecha del Horcado, una capa que pasa de un metro de espesor, con cuyos menudos se fabricaba un coque de excelente calidad. Las labores, todavía practicables en parte, ponen de manifiesto excavaciones de alguna importancia, inclinando los estratos de 40 á 60° al N. 26° O., é indudablemente es aquella la prolongación oriental de la capa más importante de la *Sabero 1*.

**INMEDIACIONES DE SABERO.**—Al pie de la ermita de San Blas, subiendo por el arroyo de las Llatas, á un quilómetro de la fábrica

vieja, asoma la base del hullero compuesta de grandes bancos de almendrón con algunos cantos y guijarros cuarzosos, y que son la prolongación oriental de los lechos que hay á un quilómetro al N. de Olleros, aumentando gradualmente su ancho desde el meridiano de este pueblo al de Sabero. Comienza ese arroyo en el Cortado. Sobre la Peña, que así llaman á una escarpa de caliza devoniana en bancos inclinados al O. 40° S., doblados en un anticlinal con relación á los de la Peña del Arrastradero, situada más á L. A partir de este pico peñascoso las capas se suceden de N. á S., según se representa en la fig. 5:

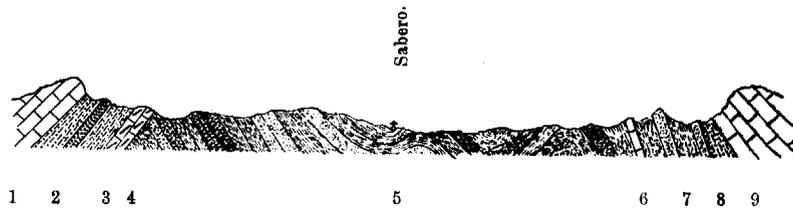


Fig. 5.—Corte á través del meridiano de Sabero.

- 1—Caliza fosilífera devoniana, 160 metros.
- 2—Pizarras arcillosas muy foliáceas, alternantes con areniscas, más ó menos ferruginosas, 40 metros.
- 3—Caliza roja cambriana con señales de trilobitos, *Orthis*, *Orthisina*, etc., 50 metros.
- 4—Conglomerado hullero que ensancha hasta más de 100 metros hasta el Alto de la Loma.
- 5—Alternancia de areniscas y pizarras, inclinadas 65° al S.SO.
- 6—Caliza devoniana interpuesta en Peña Llaneces.
- 7—Fajita hullera meridional.
- 8—Pizarrilla devoniana.
- 9—Caliza devoniana de la Sierra Alta.

Las capas devonianas del Arrastradero inclinan 75° al O.NO., y en la falda oriental del mismo monte queda cortada la faja cambriana por los estratos hulleros, alineada al N. 58° O. y doblada con fuerte inclinación al O.SO., desarreglo stratigráfico que coincide con otros más acentuados de las márgenes del Esla, entre Aleje y Argovejo.

Entre el barrio alto de Sabero y el de Enmedio las capas se tuercen al S. 10° E., tendiéndose con menos de 55° de inclinación occi-



dental, que gradualmente vuelve á aumentar hasta los 70°, en contacto con las primeras capas de almendrón brechiforme, á las que siguen otras en bancos hasta de 5 metros de grueso. Junto á uno de ellos hay una capa de arenisca con algunos guijos cuarzosos en la que abundan los *Calamites*.

A 300 metros al SO. del pueblo, junto al camino de Valdevillar, tiene la mina *Rosario* una capa de carbón de 0<sup>m</sup>,25 de espesor entre cayuelas muy quebradas y con variables inclinaciones; pero más al Mediodía, en la *Sabero 10*, es donde mejor se pueden comprobar con exactitud las revueltas y pliegues en el sentido de la dirección lo que Prado señaló bien en su mapa geológico de la comarca. En el punto de partida de dicha mina se levantan los estratos muy inclinados al E. 10° S.; unos 50 metros más adelante los lechos carbonosos se reúnen en una capa de 1<sup>m</sup>,40 de espesor, encajada entre cayuelas deleznales, cubiertas de areniscas; y otros 20 metros más al S. existe un pozo antiguo donde todos los bancos se encorvan en arco.

A los 50 metros al E. de la primera capa asoma otra paralela de 0<sup>m</sup>,74; 12 metros más adelante hay una tercera, reducida á 0<sup>m</sup>,40, presentándose por fin, hasta tocar las calizas de Monte Llaneces, otra distante 150 metros al SE. del mencionado punto de partida. Esa misma adquiere al SO. de la montaña extraordinario desarrollo, buzando con diversas y contrarias inclinaciones, acompañada de algunos bancos irregulares de conglomerado, que terminan cortados por la caliza devoniana, como si ésta fuese una roca hipogénica y de formación posterior.

El hullero al S. de Sabero envuelve este islote y avanza al SE. en un golfo, en cuyo centro se halla el arroyo del Encinar. Despréndese además de la masa general de la cuenca una fajita de 50 á 60 metros de ancho que desciende al camino de carro de Sabero á Cisterna al NE. de sierra Alta. Esta fajita sobresale en el Alto del Valle, marcándose entre las pizarras hulleras (fig. 5.<sup>a</sup>) por un crestón de arenisca muy cuarzosa que sobresale con 70° de inclinación al SE. entre la 1.<sup>a</sup> y la 2.<sup>a</sup> capa de carbón. Asoma invertida sobre ella una fajita de caliza devoniana, á la que se yuxtaponen con inclinaciones gradualmente decrecientes las cayuelas devonianas extendidas en una banda de 40 metros de anchura y las grandes masas de calizas compactas de las cumbres de la sierra Alta. Sucesivamente se presentan más al N. del devoniano las cuatro capas de carbón de la zona meridional.

La Peña del Castillo corta más á L. la cuenca, dejando á un lado esta fajita hullera, que desciende hacia el Esla entre esa Peña y el collado Bajero, prolongación oriental de Peña Traviesa.

A 800 metros al N. del arroyo del Encinar hay otra rama hullera de 200 á 300 metros de anchura, limitada al N. por Peña Castillo, Peña del Monte y su prolongación oriental, ó sean Los Vallinos, formando la depresión llamada Prado Fuego.

En la parte más alta del Hayedo de Sabero, al pie de los crestones calizos de la Juaca, radican las minas *Gonzalo* y su demasia, donde se marcan cuatro capas de carbón en una faja que mide 25 metros de ancho, en las cuales se abrieron varias labores hace dos años. La más occidental, en los límites de la concesión, fué una galería siguiendo una de esas capas, dividida en dos vetas de 20 á 50 centímetros de grueso. Con entero desconocimiento del terreno se abrió 40 metros más al E. la segunda galería, que fué una transversal en curva, principiando en los confines del hullero y de las pizarras devonianas, en las cuales se penetraron 30 metros, y los otros 10 cruzaron las calizas tabulares verdosas con crinoides, y la caliza compacta.

Cien metros más al N. de la anterior se abrió otra transversal que en sus 84 metros de longitud cortó la capa más septentrional de las cuatro con 1<sup>m</sup>,50 de espesor medio, y la cual se siguió á L. en 100 metros de longitud. Las otras labores de la mina *Gonzalo* se redujeron á calicatas y pocillos de investigación hoy cegados.

En definitiva, se reconoció por todas ellas que las cuatro capas meridionales de la cuenca tienen los siguientes espesores medios: la 1.<sup>a</sup>, de 1 á 2 metros; la 2.<sup>a</sup>, á 20 metros más al N., hasta 4 metros; la 3.<sup>a</sup>, á 10 metros más al N. de la 2.<sup>a</sup>, es de 1<sup>m</sup>,50, y la 4.<sup>a</sup>, á 50 metros más al N., se reduce á las dos vetas citadas.

La colladita ó loma de Prado Fuego que media entre el Monte Llaneces y las Peñas del Castillo de San Martín, marca la inflexión que hacen las capas hulleras arrumbadas casi normalmente al O.NO. con 70° de inclinación septentrional, en el límite de la *Sabero 10*, al pie de los crestones de caliza de dichos montes y del Hayedo. Por esta parte las calizas devonianas aparecen desgarradas en todos sentidos, pues en la Peña del Castillo buzan 80° al SE., en la Peña Traviesa ofrecen diversas inclinaciones al S., y en la Peña del Monte inclinan al NE. En las vertientes occidentales de este último, á 500 metros al SE. de la iglesia de Sabero se encorvan las areniscas y los

conglomerados paralelamente al arco que describen los estratos en el Alto de los Valles.

INMEDIACIONES DEL ESLA.—En relación con los trastornos estratigráficos de la *Sabero 10*, hay en la *Rosario* y sus inmediatas otros dignos de mención. Entre 200 y 500 metros al NE. de Sabero, las capas se encorvan hasta arrumbarse de N. á S. con variables inclinaciones al N.; mas por ese lado la cuenca es bastante pobre.

Sobre la derecha del Esla, próximas á Alejico, la mina *Rosario* tiene una capa de 0<sup>m</sup>,70, otra de 0<sup>m</sup>,30 al N. del arroyo de la Canalina, y otras tres en su mitad meridional muy cerca de su punto de partida, sin que ninguna llegue á un metro de espesor. Las samitas oscuras, con cayuelas carbonosas que las encajan, inclinan 50 y 60° al N., á pocos metros de la barca de Sabero; pero se observan en ellas repetidos plieguecitos parciales, retorciéndose en los límites de la concesión con 55° de inclinación al O.SO.

Los conglomerados que hay al pié del Arrastradero avanzan al SE. formando un cabo saliente en el cerro de la Cueva del Gato; y cerca de este punto, por las lomas de las Santaniellas, en la mina *Porvenir*, á unos 400 metros al N.NO. del punto de partida de la mina *Angelita*, encaja en la arenisca una capa de carbón que comenzó en la superficie por 55 centímetros, aumentando su grueso en profundidad. Las labores de reconocimiento que en ella se efectuaron hace varios años no fueron suficientes para demostrar el verdadero interés de dicha concesión.

En el monte Carranja, por el extremo occidental de la mina *Luz*, siguiendo el camino de carros del Arrastradero, asoma un afloramiento de carbón de 50 centímetros, y 40 metros más al S. se halla otra capa de hulla formada de dos lechos de á 20 centímetros, separados por una faja de pizarra de 40 metros con vetillas carbonosas intercaladas de 1 á 3 centímetros. Se alinean al E. 5° N., pero se arquean luego al N. 28° O., inclinando 75° al O.SO. A corta distancia después vuelven al O.NO. con buzamiento meridional.

Otro afloramiento de 60 centímetros de grueso, que se marca en la vallina de la Ajagun, por los confines de las minas *Luz* y *Angelita* inclina 60° al SE.

Radica la mina *Angelita* en los prados de Aleje, donde las dislocaciones estratigráficas se hacen mayores, aflorando en su punto de partida una capa de carbón de 50 centímetros encorvada al N.NE. con 60° de inclinación al E.SE. Cerca de ese afloramiento hay otros

dos con buzamiento opuesto, y 200 metros más al E., en el paraje nombrado Las Tercias, asoma otro lecho carbonoso de 30 centímetros irregularmente alineado de N. á S. con 80° de inclinación al O.

De tales datos estratigráficos parece deducirse que por esta parte la cuenca pierde mucha importancia industrial.

Siguiendo á cortas distancias de la margen derecha del Esla, se ven, sin embargo, algunos afloramientos de cierto interés, por donde se halla la mina *Barquera*. Junto á los almendrones del límite septentrional de la cuenca hay una capita delgada; y á 50 metros más al S. se descubrió en una calicata otra capa que alcanza un metro de espesor á 150 metros de la derecha del río. Encaja entre areniscas y pizarras con 60° de inclinación al SE.: es probablemente la continuación oriental de la capa *Sucesiva*; y á 150 metros más al S., en el punto de partida de dicha *Barquera*, se practicaron en 1901 varias labores sobre otra capa inclinada 50° SE. con otro metro de espesor. El principal trabajo fué una transversal trazada en arco de círculo de 150 metros de largo, que cortó la capa á los 120 de su entrada, notándose se doblaba en fondo de barco, por lo cual reapareció á los 10 metros más adelante. Esta capa se prolonga á la *Juliana* con 60 centímetros de grueso; más al NE. se reduce á un lecho inaprovechable, y encaja en las pizarras arcillosas, pero éstas, por ambos lados, tienen espesores que en raros sitios pasan de un metro, pues á su vez se hallan incluidas entre gruesos bancos de arenisca que por el lado del S. suman hasta 40 metros de grueso. Por este rumbo sigue á ellas un banco de gonfolitas, alternan después de éste otras areniscas con pizarras, y todas las capas se doblan repentinamente, sin duda á causa de una falla, levantándose hasta tener 80° de inclinación al NE. en las inmediaciones de la barca de Sabero, donde sobresalen con 25 metros de espesor gruesos bancos de almendrán.

Al otro lado del Esla la cuenca pierde su importancia industrial y se subdivide en varias ramas estrechas y tortuosas entre los grandes cerros y picachos devonianos derivados de Peña Corada, que se extienden por los términos de Santa Olaja, Fuentes y Oejo. Por todos ellos las capas se muestran con multiplicadas dislocaciones y retorcidas en todos sentidos; pero el buzamiento meridional es el más general; las inclinaciones oscilan entre 20 y 85°, y se intercalan lechos delgados é irregulares de carbón de escaso provecho.

Por el extremo SE. de la formación, un islote alargado de caliza devoniana que pasa por la collada de Valdegrijas separa de la faja

principal otra muy estrecha limitada al S. por los peñones de las Capillas hasta rematar en las vertientes del NO. de Peña Corada, según se dibuja en la figura 6.

- 1—Caliza devoniana.
- 2—Pizarra arcillosa devoniana.
- 5—Dolomías.
- 4—Fajita hullera.

Esta fajita se reduce á 60 metros de anchura media, y las capas de que consta, sin afloramientos de carbón, se presentan entre las calizas y pizarrillas devonianas desgajadas entre dos fallas.

Santa Olaja está edificado sobre caliza y arenisca devonianas, que á 50 metros al O. del pueblo se ocultan debajo de un conglomerado cuarzoso bastante raro en esta cuenca. Se compone de cantos angulosos y de gran tamaño de areniscas y cuarcitas devonianas y silurianas, y su formación debió ser puramente local en una de tantas depresiones que en lo antiguo existieron en el país, muy distintas y diversamente repartidas que las hoy existentes.

La mina *Petra* radica junto á Santa Olaja, y á 100 metros al S.S.E. de este pueblo, hace más de ocho años, se abrió una galería de 160 metros junto al camino de Fuentes, siguiendo una capa que se alinea al N. 15° E., inclinando 50° al E. A corta distancia de su entrada, hoy en ruinas, revuelve al O. con buzamiento septentrional y se reduce á un lecho de pizarra negra con varias vetillas intercaladas de carbón, que en total sólo suman de 30 á 35 centímetros. A 100 metros más al E. 22° N. la misma capa aflora en un anchurón irregular que no tiene menos de 10 metros de ancho en la longitud de 40; pero el combustible está acribillado por vetas de pizarra, lo que le quita mucho valor. Su pendiente es de arenisca, á la que sigue en 2 metros la pizarra, cubierta á su vez por el almendrán poligénico brechiforme, en el que se intercalan vetas irregulares de arenisca de grano grueso. Reducida á pocos centímetros de grueso, termina la capa de que se trata entre el devoniano del estrecho de Oejo, junto á la mina metálica la *Tarsila*.

La faja hullera que hay por esta parte oriental de la cuenca se



Fig. 6.—Corte á través de Valdegrijas.

prolonga al N. 3° O., reducida en su principio á 200 metros de ancho, pasando por las Cauales del collado de las Matas, de donde continúa á la Trapa de Argovejo, según se detallará más adelante.

A 300 metros al E. 15° N. de la transversal de la mina *Petra*, en la conclusión oriental de la misma concesión y paraje nombrado La Gargolada, hay un afloramiento carbonoso de 3 metros de anchura, de los cuales 2<sup>m</sup>,50 se componen de pizarrilla negra con vetillas inútiles de hulla de imposible aprovechamiento. Se sobrepone á ellas la pudinga, entre la cual aflora otro lecho de carbón de 50 centímetros de grueso, que sólo inclina 25° al SO.

A 3 kilómetros al S. de Santa Olaja sobresale la Peña del Cuerno, que es un pico de caliza derivado de Peña Corada, contra el cual se apoya la fajita hullera meridional de las varias que forman la prolongación oriental de la cuenca de Sabero, separando la depresión de Valdegrijas del vallejo de Marniegos, que baja al pie de Fuentes. Sobre dicha caliza se apoya la pizarrilla arcillo-carbonosa, con diferentes lechos de hulla muy delgados, extendida en unos 500 metros de anchura hasta medio kilómetro al S. de dicho pueblo, donde tuerce su buzamiento al S., cubierta por las gonfolitas onduladas en todos sentidos con pequeñas inclinaciones.

Alineadas al E. 40° N. las areniscas y pizarras silíceas se retuercen onduladas con muy diversas inclinaciones en Fuentes; y á corta distancia al N. y NO. de este lugar toman un desarrollo extraordinario en extensión y potencia los conglomerados calizos. Sobresalen en el collado del Saverón, el Cogote de la Calzada, el del Medio y el de las Matiquias, cuatro lomas redondas y unidas que se elevan de 220 á 260 metros más altas que el Esla. Los mismos bancos se prolongan á un kilómetro más al N. por las colinas de la Gargolada, todavía más altas, hasta su contacto con la caliza de la Coroniella. No baja de 80 metros el espesor de este conglomerado, en que predomina el buzamiento oriental con no muy grandes inclinaciones.

Intermedia entre la Gargolada y las cuatro lomas citadas hay una depresión en que asoman las capas hulleras con algunos lechos insignificantes de carbón.

A un kilómetro al O. de Fuentes, en las minas *Fidelio* y *Faustina*, las capas hulleras se desgarran violentamente retorcidas en todos sentidos, predominando la inclinación al SO. Algunos lechitos carbonosos de 5 á 15 centímetros de grueso se ven intercalados entre las areniscas y pizarras de esa parte; pero el desarrollo principal del

hullero corresponde á los conglomerados, que entre dicho pueblo y La Red pasan en sitios hasta de 200 metros de espesor.

Las capas devonianas de Peña Corada descienden al S. de esas grandes masas de gonfolita, volviendo á asomar los lechos de carbón por las vallejas de los Cazares y de Marniegos. Un corte trazado al SE. de Santa Olaja, por donde radican las minas *Petra* y *Faustina*, daría la siguiente sucesión estratigráfica:

- 1—Caliza devoniana, cubierta en parte por la pudinga hullera.
- 2—Dolomia alternante con caliza de igual sistema.
- 3—Pizarrilla carbonosa negruzca desgarrada en todos sentidos en los márgenes del arroyo Marniegos al pie de Fuentes.
- 4—Pizarras arcillosas, alternantes con areniscas y algunas vetillas insignificantes de carbón, diversamente inclinadas al S.
- 5—Gran masa de gonfolita, derivada de la principal que hay al N. de Fuentes, en bancos alineados de NO. á SE., con lechos muy delgados de hulla.
- 6—Arenisca en una fajita de 3 metros de anchura, que encierra una capa de carbón de 35 centímetros y que se rasga con buzamiento opuesto.
- 7—Gonfolita retorcida en varios pliegues irregulares, que contiene también, como el núm. 5, varios lechos de hulla inaprovechables. En el monte de los Riveros motivaron estos últimos las labores de las minas *Valentina* y *Pedro*, hoy hundidas, no pasando de 50 centímetros el espesor máximo de las capas que se explotaron.
- 8—Pizarrilla carbonosa inclinada 70° al E. 20° N. con varias intercalaciones de hulla inutilizables.

RESUMEN.—Voy á resumir brevemente las observaciones geológicas que preceden; y considerándolas desde el punto de vista de la explotación, sentaré las siguientes afirmaciones:

1.<sup>a</sup> La parte más rica de la cuenca de Sabero se halla comprendida entre el meridiano de la collada de Sotillos y el meridiano de Saclices, siendo el término de Olleros el que presenta mayor cantidad de carbón.

2.<sup>a</sup> Las minas *Sabero 4*, *Sabero 5*, *Sabero 6* y *Estrella* son las más abundantes, siguiendo en segundo término *Sabero 1*, *Sabero 2*, *Sabero 3*, *Sabero 7*, *Sabero 8*, *Sabero 10*, *Sabero 11*, *Luis* y *Rosario*, los grupos de *Veneros* y el de la *Mayorgana*.

3.<sup>a</sup> No hay una sola concesión donde no se observen repetidas dislocaciones de los estratos, y las más frecuentes consisten en cambios de dirección, de inclinación y de buzamiento, aflorando más de veinte capas, si bien desde el punto de vista científico son fracciones de 8 á 10 únicamente, que asoman de dos á tres veces.

4.<sup>a</sup> Sensiblemente y como promedio general, las capas se dirigen de E. á O., y los cambios al NE. ó al N. sólo se mantienen en pocos metros de longitud hasta en el extremo oriental de la cuenca, donde son más enérgicas ó más repetidas las dislocaciones.

5.<sup>a</sup> Las inclinaciones más frecuentes oscilan entre 50 y 70°, y en más sitios son superiores que inferiores á estas cifras.

6.<sup>a</sup> Hay dos grupos de capas con arreglo á sus espesores: uno en que éstos varían mucho en longitud y profundidad, con gruesos extraordinarios de 4 á 25 metros, y otro el de la *Sucesiva* ó septentrional en que la potencia media está comprendida entre 0<sup>m</sup>,70 y 2<sup>m</sup>,50, manteniéndose con favorable regularidad.

7.<sup>a</sup> Varía mucho, según las capas, la consistencia de los hastiales; pero en las del segundo grupo son frecuentes los trayectos en que no será muy costosa la entibación.

8.<sup>a</sup> Las capas varían mucho en la riqueza y consistencia de sus carbones. Las hay en que éstos salen muy limpios; pero más de la mitad de aquéllas exigen cuidadosa clasificación para el carbón grueso y esmerado trabajo en el lavado de los carbones.

9.<sup>a</sup> En el sentido de la longitud de la cuenca pueden considerarse las zonas siguientes:

A.—Zona septentrional, en la base de la formación, que interesa á las minas *Sabero 3*, *Sabero 2*, *Sabero 1*, *Sabero 11* y *Rosario*.

B.—Zona estéril que cruza por la collada de Sotillos, se prolonga entre el cerro del Rodio y el arroyo Horcado, pasa entre 260 y 600 metros al N. de Olleros, sigue entre el cerro de La Mata y Saelices, y, por fin, al N. de Sabero, comprendiendo gran parte de las minas *Buronesa*, *Pilar* y *Sabero 1*.

C.—Zona central ó media donde radican las minas de mayor riqueza, señaladas en la segunda observación.

D.—Zona meridional que afecta á las *Sabero 8*, *Sabero 7*, parte de *Sabero 4*, de la *Rosario* y la *Sabero 10*, el grupo de la *Mayorgana* y la *Estrella*.

## IV

## DATOS INDUSTRIALES

Aunque no sean tan completos como hubiera deseado obtenerlos, trasladaré á continuación varios datos relativos á la calidad y cantidad de los carbones de esta cuenca, al laboreo de sus minas y á su producción.

CALIDAD DE LOS CARBONES.—Cuántas personas han ensayado los carbones de Sabero están conformes en decir que son de los mejores, si no los más excelentes, de las cuencas de Castilla, y así se deduce de los resultados obtenidos en distintas épocas por los Sres. Filgueira y D. Ramón Pellico.

A D. Patricio Filgueira se deben los siguientes datos, sacados de un cuadro de 80 ensayos de carbones de distintas procedencias y publicados en la *Revista Minera*, tomo VII, año 1856:

| NOMBRE DE LA CAPA                   | Carbono fijo. | Cenizas. | Substancias volátiles. | Pirita de hierro. |
|-------------------------------------|---------------|----------|------------------------|-------------------|
| Sucesiva (hoy Sabero 2, 3, etc.)... | 79'534        | 3'070    | 44'892                 | 0'504             |
| Abundante (Sabero 4 y 5).....       | 72'890        | 5'420    | 20'630                 | 4'360             |
| Palentina (Sabero 11).....          | 68'428        | 43'407   | 44'935                 | 3'830             |

El color de las cenizas de la primera era rojo obscuro, y el de las de las otras dos rubio muy claro.

Las cantidades de coque respectivas eran de 82'97 por 100 en las *Sabero 2*, *3*, etc.; 79 en las *Sabero 4* y *5*, y 84'02 en la *Sabero 11*.

Las muestras recogidas por D. Ramón Pellico en 1885, se ensayaron en el Laboratorio de la Escuela de Minas de Madrid, y dieron los siguientes resultados:

| NOMBRE DE LA CAPA | Carbono fjo. | Cenizas. | Substancias volátiles. | Pirita de hierro. | Coque. |
|-------------------|--------------|----------|------------------------|-------------------|--------|
| Sabero 6.....     | 72'90        | 3'40     | 23'70                  | 7'494             | 76'30  |
| Sabero 5.....     | 76'20        | 4'90     | 21'90                  | 7'569             | 78'40  |
| Sabero 3.....     | »            | »        | »                      | »                 | 77'50  |

El carbón de la primera capa arde con llama azulada, blanco-amarillenta, durante siete minutos y con cenizas ligeramente rojizas; el carbón de la segunda arde con llama idéntica durante diez, dejando cenizas algo más rojas; y el carbón de la tercera es de llama más corta, amarillo-rojiza, desprende humos negros abundantes y de color bituminoso, dura aquélla siete minutos y deja cenizas blancas con puntos rojos.

Ensayadas cuatro muestras de carbones que recogí en esta cuenca, mi compañero Sr. Fernández Valdés ha encontrado la composición siguiente:

|                                | Sabero 7.     | Sabero 11.    | Sabero 4.     | Sabero 4.     |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Materias volátiles.....        | 22'80         | 18'95         | 18'00         | 23'05         |
| Materias sólidas.....          | 77'20         | 81'05         | 82'00         | 76'95         |
| <b>TOTAL.....</b>              | <b>100'00</b> | <b>100'00</b> | <b>100'00</b> | <b>100'00</b> |
| Cenizas.....                   | 2'60          | 4'85          | 8'10          | 2'30          |
| <b>ANÁLISIS DE LAS CENIZAS</b> |               |               |               |               |
| Silice.....                    | 49'40         | 8'80          | 49'00         | 8'87          |
| Alúmina.....                   | 45'42         | 14'09         | 20'00         | 36'15         |
| Oxidos de hierro.....          | 19'58         | 9'87          | 7'23          | 30'44         |
| Cal.....                       | 7'10          | 25'19         | 22'18         | 10'34         |
| Magnesia.....                  | 4'80          | 4'38          | 8'87          | 3'28          |
| Oxidos de manganeso.....       | 0'19          | 0'93          | 4'12          | 0'47          |
| Acido sulfúrico.....           | 4'94          | 34'60         | 20'04         | 8'79          |
| Acido fosfórico.....           | 4'66          | 5'37          | 4'79          | 4'92          |

**CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.**—Por incompleta se tendría una Memoria geológico-industrial, si no se aventurasen en ella algunas cifras relativas á la cantidad de mineral explotable que, siquiera toscamente aproximadas, se encierran en la comarca ó región de que se trate. Forzoso es á todo ingeniero someterse á tan enojosa rutina que casi siempre nos conduce á las más criticables equivocaciones. Buen ejemplo de los errores hasta donde se suele llegar en esta materia, nos lo dió un geólogo tan ilustre como el mismo D. Casiano de Prado. En su Memoria de Sabero, sin señalar cantidad aproximada, dice lo siguiente: «En vista de lo dicho, pudiera creerse que las capas de carbón de piedra no penetran en aquella cañada á gran profundidad. Puede decirse, en efecto, que esto es cierto respecto de las del S., que á pesar de hallarse á grande elevación, en algunos barrancos se las ve terminar hacia abajo en cuña, como en la rinconada de Castiello y en la de la collada de Llama, y que además se ven quebrantadas é interrumpidas á lo largo. Pero las capas del centro y del NE., al menos las principales, son muy constantes en dirección, y se puede asegurar que lo son también en profundidad, y, en efecto, sería difícil concebir que una capa ó una reunión de capas de 15 á 20 ó más varas de potencia, como la *Carmen* (hoy *Sabero 5*), que se presenta en lo alto de la cañada cerca de Sotillo, y se prolonga por un lado hasta Saelices y por otro hasta Llama, donde se extiende por debajo del terreno cretáceo llevando gran pujanza, á pesar de una diferencia de nivel de cerca de 400 varas, concluyese á poca distancia de la superficie. En la misma vega de Boñar se puede asegurar que gana mucha profundidad. De modo que ninguna empresa de carbón de piedra en España, inclusa Langreo, posee una masa tan enorme de carbón de piedra como la Palentina-Leonesa.»

Las grandes explotaciones de carbón que se han ido desarrollando en las cuencas asturianas desde mediados del siglo anterior hasta el día, han descubierto hasta qué punto fué equivocada esta última apreciación del memorable Prado. D. Guillermo Schulz, que conoció tan perfectamente la provincia de Oviedo, señaló, por el contrario, para la cuenca de Sabero una cifra que hoy nos parece demasiado baja.

Ocho años después de la Memoria de Prado, en el artículo titulado «Explotación de la hulla y del hierro en España,» que se publicó en el tomo VII de la *Revista Minera*, con relación á las cuencas de Castilla, se dice: «Hay en las provincias de León y Palencia otras 10 leguas cuadradas de rico terreno carbonífero en diferentes grupos

cercanos al borde septentrional de las llanuras de Castilla; encierran, por lo menos, también á razón de 50 millones de toneladas cada una, y son 500 millones de toneladas.»

Juzgo más aproximadas á la verdad las evaluaciones de Gómez de Salazar y de D. Eduardo Fourdinier. Según consta en otro artículo del primero, publicado también en el tomo VII de dicha *Revista Minera*, se puede graduar en 52681 toneladas métricas de carbón por hectárea, de donde resultarían nada menos que 45.676554 para las 867'04 hectáreas de las minas de la Sociedad hullera de Sabero. En otra Memoria de 1868, el Sr. Fourdinier apunta los datos siguientes: altura, 2'50; potencia media, 20; peso específico de la hulla, 1'60, resultando 56 millones de toneladas.

«Veamos ahora, dice este último ingeniero, si podemos fundar nuestra apreciación refiriéndonos al combustible propiedad de la Sociedad.

»Sobre la capa N. poseemos las concesiones números 11, 1, 2 y 5, pedidas y concedidas de manera que siguen las inflexiones de las capas, como puede verse en el plano. Pues bien: prescindiendo de las demasías y de la hectárea más al NE. de la *Sabero 11*, podemos contar en una longitud al hilo del criadero de 6500 metros. Como en la parte reconocida, y prescindiendo de las bifurcaciones que hemos indicado, la potencia varía entre 2<sup>m</sup>,24 y 1<sup>m</sup>,40, resultará como término medio 1<sup>m</sup>,82, de los que deduciendo 0<sup>m</sup>,23, grueso medio de la faja de arcilla, quedarán 1<sup>m</sup>,59, ó en números redondos, 1<sup>m</sup>,50 para potencia media de la capa.

»Por otra parte, si las diferencias de nivel entre las galerías de dirección y la altura media del terreno sobre la más alta, nos da una distancia mínima de 125 metros desde la superficie hasta el lecho del río Horcado, resultará que el volumen reconocido de esta capa es de 1.218750 metros cúbicos, los que, multiplicados por 1'54, peso específico de aquel combustible, producen 3.266250 toneladas métricas. Ahora bien: suponiendo que la capa penetra otro tanto por debajo del citado río, lo cual da una altura total de 250 metros, que dista mucho de ser excesiva, tendríamos para esta sola capa 6532.500000 quilogramos, quedándonos muy cortos, pues la distancia de nivel entre la vaguada del Esla y la divisoria del Porma excede de 400 metros.

»En cuanto al grupo medio ocupado por las concesiones números 4, 5, 6 y 8, queremos suponer que sólo tengan 10 metros de potencia; que la longitud de éstas, comprendidas en las concesiones, sea

de 5000 metros, y la profundidad la misma, teniendo además un peso específico de 1'33: llegaríamos á 16.250000 toneladas que, agregadas á las anteriores, arrojan un total de 23.157500 toneladas.

»Las labores se hicieron sobre la capa N., alcanzando como mayor desarrollo en longitud, según hemos indicado, 1400 metros. Como la *Sabero 1* tiene más de 2000, puede considerarse como virgen este grupo. Otro tanto puede decirse del segundo, en que las labores no se hicieron en tanta escala.

»La cantidad que hemos obtenido, si bien existe, no puede extraerse á la superficie, pues siempre se pierde una gran parte en los rellenos, etc., etc.; y aunque el Sr. Salazar en la Memoria citada anteriormente sólo admite una rebaja del 10 por 100, y motivos sobrados tenía para saberlo, nosotros, en gracia de la previsión, nos quedamos aún más cortos, elevando las mermas al 25 por 100; pero aun así, llegamos á la cifra de 17 millones de toneladas en números redondos.

»Téngase bien presente que dejamos á un lado el combustible que se encuentra en las *Sabero 7, 9 y 10*, aun cuando todas tienen mineral á la vista y ocupan una corrida sobre las capas por lo menos de 400 metros.»

En resumen, las cantidades de carbón calculadas por cada uno de los ingenieros mencionados, son las siguientes:

|                     |                                            |
|---------------------|--------------------------------------------|
| Prado. . . . .      | Indefinida, pero superior á la de Langreo. |
| Schulz. . . . .     | 12 millones de toneladas.                  |
| Salazar . . . . .   | 35 — —                                     |
| Fourdinier. . . . . | 56 — —                                     |
| Pellico. . . . .    | 17 — —                                     |

Desde luego se deduce que la cantidad de carbón de esta cuenca es muy considerable, según opinión unánime; pero chocará también á primera vista la discrepancia en las evaluaciones anteriores. Esto consiste principalmente en la imposibilidad de conocer el espesor medio y la profundidad media de las capas, y en la de distinguir en cada una el tanto por ciento aprovechable, á causa de sus muchas irregularidades, hallándose divididas á través en bolsadas de dimensiones indefinidas en todos sentidos con variables espesores, relativamente á los cuales es casi imposible señalar la cifra aproximada del combustible que en ellas se encierra.

Respecto á la profundidad, las cifras son todavía más inseguras, aventurando únicamente cada ingeniero la que, más ó menos toscamente aproximado, juzga á propósito para fijar un promedio; y sólo puede afirmarse que las capas de la zona septentrional alcanzarán mucha más altura que las de la zona meridional, según ya observó D. Casiano de Prado.

Todavía en este punto cabe otra causa de divergencia de pareceres entre los distintos ingenieros que se propusieran calcular las cantidades de carbón. Los afloramientos de la cuenca de Sabero, ¿responden todos á distintas capas? ¿Ó se repiten dos ó más veces por pliegues, fallas y otras alteraciones estratigráficas? Es mi opinión, como anteriormente expresé, que en su conjunto los estratos hulleros de esta parte de la provincia se doblaron formando una M tendida hacia el Mediodía, si bien los trazos del medio se arrugasen y torciesen con distintas inflexiones; y á ser cierta esta observación, cada capa asomaría de tres á cuatro veces en la superficie. Por este motivo no señalo como profundidad media más de 350 metros; pues si bien algunas capas excederán seguramente de esta altura, otras, en cambio, apenas llegarán á 100 metros por bajo del nivel del Esla.

El tanto por ciento aprovechable en cada capa es tan difícil de fijar actualmente, que no es extraño haya ingenieros, como Gómez de Salazar, que estimen en 10 por 100 las mermas, en tanto otros, como D. Ramón Pellico, hagan subir éstas al 25. A la segunda proporción me atengo en mis cálculos, pues si hay capas que tal vez no llegarán á dicho 10 por 100, en mayor número se encontrarán las que pasen del 30.

Hace diez años, para las 367 hectáreas que posee en la cuenca la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, calculé que existían 52.538450 toneladas que permitirían una explotación de 150000 toneladas anuales, durante el espacio de tiempo de un par de siglos. Para llegar á esa cifra estimaba que en total habría 94200 metros cúbicos de carbón por metro de profundidad de todas las capas, y que éstas avanzarían por término medio á la profundidad de 350 metros. Probablemente resultará exagerado este último dato; pero en compensación tal vez serán algo bajas las cifras señaladas para los espesores medios de las capas en cada una de las minas, razón por la cual creo que la cantidad de toneladas de carbón dicha puede mantenerse como aproximadamente aceptable.

Para la zona occidental de la cuenca de Sabero calculó el Sr. Re-

villa <sup>(1)</sup> que existían sobre el nivel de las aguas 2.500000 toneladas, y por bajo de este nivel 5.400000, ó sean en total 7.900000. Admitiendo que esta cifra sea también aproximadamente aceptable, no se juzgará exagerada la adición para el total de la cuenca de la cifra de otros dos millones de toneladas existentes en los grupos de la *Mayorgana*, de la *Estrella* y de las otras minas de menor importancia que no pertenecen á la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, y se hallan situadas á la derecha del Esla, resultando en definitiva para toda esta parte principal de la cuenca la cantidad de 48 millones de toneladas, cifra no muy inferior á la que Fourdinier señaló hace tiempo.

LABOREO DE LAS MINAS.—Desde mediados del siglo pasado hasta la fecha el tercio occidental de la cuenca comprendido entre Las Bodas y la collada de Sotillos sólo ha sido explorado y ruímente explotado con pequeñas labores de rapiña, por gentes del país que conducían en carros sus mezquinos productos á la villa de Boñar, donde se vendían y siguen vendiendo los carbones sin clasificar para el consumo doméstico, y el de los herreros y caleros del país. La mina *San Pedro* (hoy *San Juan*) fué la que se explotó con mayor empeño, y actualmente de las minas *Unión* y *Fortuna*, se extraen unas 100 toneladas mensuales que se conducen á la citada villa.

De esperar es que en cuanto la nueva Sociedad del Oeste de Sabero comience sus labores y haya hecho sus instalaciones, principie una época de explotación racional y ordenada, transportando sus productos por una vía económica al lugar de la Losilla, junto al cual cruza el ferrocarril de La Robla á Valmaseda.

A partir de 1895, la *Sociedad Vasco-Burgalesa* fué la que mayor impulso dió á la explotación de la cuenca. En los dos primeros años de su laboreo arrancaron las 72000 toneladas que había disponibles sobre el nivel del valle en el grupo de la *Mayorgana*, á la par que en el mismo tiempo y los cuatro años siguientes, ó sea hasta fines de 1901, extrajeron 192000 toneladas de las pertenencias arrendadas á la *Sociedad Sabero y anexas*. Al efecto, construyeron un ramal de vía de 60 centímetros de ancho hasta la estación de La Ercina, con la longitud de 2800 metros y el coste de 72000 pesetas incluyendo los cargaderos. A este gasto se agregó el de material móvil, incluidas dos locomotoras de 5 <sup>4</sup>/<sub>8</sub> toneladas.

(1) Memoria sobre la zona Oeste de la cuenca de Sabero.

La mayor parte del menudo se vende ó se coquiza como sale de la mina después de cribar el grueso y la galleta, y únicamente se lavan los carbones más sucios en cajones alemanes.

A corta distancia del ferrocarril de la Robla, entre Oveja y la estación de La Ercina, así como al pié de las instalaciones y del último plano inclinado, se coquizan los menudos en pilas, cuyas dimensiones varían de 60 á 140 metros cúbicos, rindiendo del 50 al 55 por 100 de producto bastante aceptable en el mercado.

En la mina *Estrella*, de la *Sociedad La Nueva Montaña*, además del pozo maestro de que antes se habló, hay dos pozos de ventilación de 25 y de 37 metros respectivamente que comunican con la transversal oblicua. Esta es la galería general de arrastre, en la cual termina un ramal de enlace de 102 metros de largo hasta la vía de Olleros á Vegamediana. Constrúyese además, sobre la izquierda del río Horcado, para el sostenimiento de las escombreras, un muro de 117 metros de largo, 12 de altura y 4 de grueso, junto al cual se proyecta levantar los lavaderos de carbón, hornos de coque y demás instalaciones.

Concentradas cerca de Olleros las principales labores de explotación de la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, á partir de ese pueblo se estableció hasta Cistierna la línea general de enlace con el ferrocarril de la Robla, compuesta de dos secciones: la primera desde Olleros á las instalaciones de Vegamediana, la segunda desde éstas á la estación de Cistierna. La primera es de vía de 60 centímetros, tiene un desarrollo de 6 kilómetros, se ajusta á lo largo del valle de Sabero sobre la derecha del río Horcado, y en ella se efectúa el arrastre de los carbones por tres locomotoras de 10 toneladas de peso. La segunda mide 5 kilómetros, es de vía de un metro, atraviesa el Esla por un sólido puente de hierro, arrastrando los productos clasificados el mismo material móvil del ferrocarril de la Robla.

El coste del metro de transversal en roca dura es de 60 á 80 pesetas; el de transversal en pizarra de 40 á 50, y en las galerías de dirección el máximo llega á 20, habiéndose practicado varias secciones en que se pagaba el gasto de arranque por el carbón que extraía de ellas el contratista. Las capas anchas suministran á boca-mina un carbón que no pasa del 14 por 100 de cenizas; pero esta proporción suele llegar al 18.

En números redondos, la *Sociedad hullera de Sabero y anexas* da

ocupación á 700 hombres, la tercera parte de los cuales trabajan en el interior, incluyéndose en los restantes el personal destinado á las construcciones, que han sido muchas y variadas en estos últimos años.

En Olleros hay cuatro cuarteles, casa del capataz, economato, lamparera y otros edificios. En el barrio de la Fábrica se aprovechó ésta para depósito de máquinas y talleres de reparación, habilitado con idéntico objeto que el que tenía antiguamente la casa para administración y oficinas. Se restauró el primitivo cuartel de obreros y se levantaron otros dos, además de una casa para el médico, botica, escuela y economato. En Vegamediana hay, además del lavadero y de los hornos, otro taller de reparación, casa-oficina, báscula y dos cuarteles de obreros.

El coste de producción á boca-mina es de 8 á 9 pesetas la tonelada en el grupo de Olleros, y agregando los gastos de clasificación y lavado se llega á 11 pesetas; la tonelada de coque cuesta de 16 á 18 pesetas, y la de briquetas de 18 á 19.

Las instalaciones de Vegamediana consisten en un taller de clasificación y lavado y en un grupo de hornos de coque.

El carbón que viene de las minas se vierte en una criba que separa el grueso, de las clases cuyas dimensiones no llegan á 40 centímetros cúbicos y que caen en una fosa, de donde las eleva una noria para verterlas en otra criba, de la cual se obtienen las cuatro clases siguientes: 1.<sup>a</sup>, galleta (de 24 á 40 centímetros cúbicos); 2.<sup>a</sup>, galletilla (de 12 á 24); 3.<sup>a</sup>, granza (de 6 á 12); y 4.<sup>a</sup>, menudos de 0 á 6. Las dos primeras clases se limpian en dos cribas de pistón, la granza en dos de inmersión, y los menudos en otras cuatro de este último sistema. Parte de los menudos se llevan á un depósito con destino á la venta, y otra parte se conduce á un triturador para someter el polvo á la coquización.

Esta se efectúa en tres baterías de 16 hornos del sistema de Coppée perfeccionado, cargando en cada uno 3 toneladas; la operación se hace en veinticuatro horas y llega el rendimiento al 73 por 100.

En la mina se emplean vagonetas de hierro y de madera de una tonelada de cabida; en la sección de Olleros á Vegamediana circulan vagones de 2 á 3 toneladas, y los que se toman de la Robla varían entre 8 y 13 toneladas.

Producción.—En las minas de la *Sociedad hullera de Sabero y anexas* la producción media de estos últimos años ha sido la siguiente:

| DESCRIPCIÓN       |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Cribado.....      | 12000 toneladas.         |
| Galleta.....      | 18000 —                  |
| Granza.....       | 20000 —                  |
| Menudo.....       | 40000 —                  |
| Coque.....        | 20000 —                  |
| <b>TOTAL.....</b> | <b>110000 toneladas.</b> |

Las labores en el grupo de Olleros han alcanzado bastante desarrollo para duplicar la producción; mas por falta de obreros, por las dificultades, al parecer irremediables, durante largo tiempo, en los arrastres del ferrocarril de la Robla, y por otras causas de distinta índole, se hace imposible llegar á la cifra que es debida.

## V

### CONSIDERACIONES RELATIVAS AL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA CUENCA

Las mismas dificultades con que se tropieza en otras cuencas de España existen también en Sabero para el mejor aprovechamiento de los veneros.

En primer lugar, la subdivisión irregular de la propiedad de las concesiones se opone al desarrollo del plan más ordenado y económico de su laboreo. Las tres cuartas partes de la superficie de la cuenca pertenecen á la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*; pero la cuarta parte restante de las concesiones se halla distribuida entre varios interesados, causando diferentes soluciones de continuidad perjudiciales para todos. Así, por ejemplo, la *Sabero 9* está separada de las restantes de la Sociedad citada por el grupo de la titulada *Oeste de Sabero*, entre la cual quedan aisladas las minas *Fortuna*, *Unión* y *Unión 2.<sup>a</sup>*, pertenecientes á otras personas. La *Sabero 7* se halla separada del coto principal por la interposición del grupo de la *Mayor-gana*; la *Estrella* y la *Segura* dejan al N. las *Sabero 1* y la *Pilar* aisladas del importante grupo de Olleros.

Probablemente en mucho tiempo será prácticamente imposible la fusión de todas las Sociedades explotadoras en una sola, fusión que en el aprovechamiento permitiría introducir grandes economías, no sólo en los gastos generales, sino hasta en los más insignificantes de-

talles del laboreo. Repetidas veces se ha expuesto la fórmula aceptable de esa fusión, la cual no puede ser otra que la distribución de las acciones de la nueva Sociedad general explotadora proporcionalmente á la riqueza reconocida en las minas de las Compañías hoy existentes; pero actualmente no hay medio de realizar tan laudables propósitos.

Si en su parte principal, ó sea desde Las Bodas al Esla, toda la cuenca perteneciese á una sola Compañía, podría hacerse una explotación en tres grupos en cierto modo independientes: el occidental, cuyos carbones tendrían como salida natural una vía de enlace con la Robla, fuese á Boñar ó al lugar de la Losilla; el central, comprendido entre la collada de Sótillos y las inmediaciones de Olleros, y que tiene establecida su vía de enlace á la estación de la Encina, y el oriental, cuyos productos se transportan por el ramal construido desde Olleros á Cistierna. A estos tres grupos se añadiría el que por la orilla opuesta del Esla condujese los carbones de Argovejo y lo que pudiese resultar aprovechable en Ocejo hasta la misma estación de Cistierna.

### APÉNDICES SEPTENTRIONALES DE LA CUENCA

Geográficamente concluye la cuenca de Sabero en las inmediaciones de Fuentes y de Santa Olaja; pero desde estos dos términos se prolongan hacia el N. y NE. varios apéndices, uno que se dirige hacia Aleje y otro mucho más extenso que cruza por Ocejo y continúa con creciente desarrollo hasta Argovejo y Remolina, de donde pasa á unirse con la parte septentrional de la cuenca de Valderrueda.

#### APÉNDICES DE SANTA OLAJA Y OCEJO

El primer apéndice encaja sumamente estrecho entre las grandes masas de caliza devoniana de Santa Olaja y Aleje, sobre la cual se apoya la pizarra arcillosa, abigarrada y rojiza, con intercalaciones de arenisca, en varios sitios muy ferruginosa. Fuertemente inclinadas al E. siguen á esta alternancia gruesos bancos de cuarcita, que sobresalen á modo de altos murallones en las crestas del cerro llamado Cueto Tapete, y los cuales se hallan desgajados del hullero por una falla. Las mismas capas de samita carbonífera de la mina *Petra*, se prologan al N. reducidas á 6 metros de espesor, alternando sobre ellas la pizarrilla carbonosa, con lechos muy delgados de hulla en 2

metros de potencia total, á los que siguen en otros 3 metros la arenisca y la pizarra inclinadas 15° al SE. cubiertas por la gonfolita. Otra falla desgaja por L. de la caliza devoniana de estructura tabular, esta fajita hullera que se reduce á 80 metros de anchura en el Montico y en las vertientes occidentales del Pico del Corral.

En 1897 un vecino de Aleje abrió en uno de los lechos de carbón una galería que avanzó, sin buen resultado, hasta los 20 metros de longitud.

De los parajes acabados de citar continúa alineada al N.NE. esta misma fajita por los Llanos del Monte y Prados Viados hasta algo menos de 2 kilómetros al E.NE de Aleje, en las Pórticas de Griegas, donde se reconoció una bolsada superficial, que midió hasta 2 metros de grueso y se redujo á 20 centímetros á los 8 metros de profundidad. Por esta parte se estrecha la fajita hullera á 50 metros de anchura, compuesta principalmente de la gonfolita que tuerce alrededor de Pico Moro en dirección á la Teja de Argovejo.

Las calizas devonianas de las Pórticas de Griegas inclinan de 50 á 60° grados al E.SE. hasta 300 metros más altas que el valle del Esla. La prolongación septentrional de las dos fallas citadas anteriormente desgaja de ese sistema la fajita hullera, que no debe alcanzar mucha profundidad atendida su exigua latitud. Siguen á ella las pizarras arcillosas, y las areniscas, cubiertas por la caliza devoniana, inclinada 80° al E. 14° S. Se repiten dobladas en un anticlinal las citadas pizarras arcillosas y areniscas alternantes en 400 metros de anchura, y merced á otro pliegue ó una falla reaparecen con buzamiento las mismas rocas devonianas.

El estrecho de Santa Olaja, siguiendo el camino de Ocejo, corta normalmente los estratos devonianos, compuestos principalmente de calizas, según se dibuja en la figura 7:

- 1—Caliza compacta metalífera en que se ha investigado un criadero cobrizo con algo de blenda y galena.
- 2—Alternancia de pizarra foliácea y arenisca arcillosa ferruginosa verdosa, 60 metros.
- 3—Arenisca muy cuarzosa, en sitios muy ferruginosa, 150 metros.
- 4—Caliza rojiza marmórea parecida á la amigdalóidea de la base del carbonífero, 60 metros.
- 5—Caliza gris de estructura tabular, 400 metros.
- 6—Alternancia más de cien veces repetida de conglomerado cuarzoso

y arenisca roja pizarrea, base del hullero, en lechos de 10 á 20 centímetros de espesor. Entre estas capas, retorcidas en todos sentidos, y las devonianas perfectamente regladas, se observa una discordancia estratigráfica muy notable.

A poco más de mitad de distancia de Santa Olaja á Ocejo se situó la mina *Adivinada*, donde se abrió una transversal de 40 metros, en que se cortaron varias capitas de carbón insignificantes, y más al O. de esa labor se abrió otra de dirección que alcanzó hasta 70 metros en el contacto de la caliza devoniana. Por varios pocillos inmediatos se descubrieron algunas bolsadas irregulares que en algunos sitios midieron hasta 6 metros de grueso, de carbón seco y duro.

A 5 kilómetros al S.SO. de Ocejo se hicieron hace ocho años varias labores de investigación en las minas *Dido* y *Pilar*. Una de ellas fué una galería que pasó de 250 metros de longitud siguiendo una capa inferior á las gonfolitas, con espesores comprendidos entre 50 y 80 centímetros, comprendiendo una fajita de 12 á 15 centímetros separada del pendiente por una regadura de pizarra. El carbón es duro y coquizable, pero los estratos se hallan sumamente



Fig. 7.—Corte por el estrecho de Santa Olaja.

dislocados, retorcidos con la alineación al E. 10° N. con 25° de inclinación al S. A 15 metros más en vertical abajo de esta capa, hay otra de 40 á 50 centímetros de grueso.

En la mina *Eduardo*, sita al O. de la anterior, en lo alto de Valdecastro, ríscosa depresión comprendida entre Ocejo y Santa Olaja, se abrieron tres galerías hace nueve años: la del N., de 140 metros de longitud, cortó varias capas de carbón, algunas de 90 centímetros de grueso. Más al S. se investigaron estas mismas por una transversal de 40 metros y varias calicatas; y todas estas labores sólo distan de 50 á 50 metros de las grandes masas de caliza que en la parte más alta del citado Valdecastro limitan la cuenca entre 1 y 2 kilómetros al O.SO. de Ocejo. Vense allí alternantes repetidas veces las areniscas y las pizarras diversamente onduladas, con inclinaciones comprendidas entre 15 y 25° al E., hallándose coronadas por gruesos bancos de conglomerado. La galería del S. se abrió con 15 metros de longitud siguiendo el buzamiento de la capa principal, y hoy se halla enteramente arruinada.

La inclinación de las capas va gradualmente en aumento hasta el fondo de ese valle, llegando á 50° en su unión con el río Oquillo, que baja de Ocejo, cerca del cual se retuercen los estratos con la alineación de NO. á SE. sin perder su buzamiento oriental. El carbón de esta mina coquiza perfectamente, pero se reduce casi todo á menudo.

Entre 1500 y 2000 metros al S. de Ocejo asoma entre el hullero una fajita de 150 á 200 metros de ancho, alineada al N. 20° O., de caliza tabular devoniana, cuyas capas inclinan 75° O.SO., y se enlazan con la masa principal que sobresale en el comienzo del vallejo de Valdecastro.

A corta distancia al SO. de Ocejo, entre los riscos de conglomerado de la mina *Dionisia*, hay cuatro capas de carbón graso muy estrechas, una de las cuales presentó una bolsada de 20 metros de largo por 5 de grueso en su parte media y otro tanto de profundidad, que fué enteramente explotada, é indujo á practicar otras investigaciones hoy abandonadas. A unos 50 metros



Fig. 8.

al S. del mismo Ocejo, por bajo de los conglomerados, encaja entre pizarras una capa de 60 á 80 centímetros de grueso, de carbón hojoso y brillante que se reduce todo á menudo. Siguiendo su pendiente de 50°, al NO. de aquella se abrió una galería, hoy anegada, y además se perforó un pozo de 15 metros en comunicación con otra galería situada 50 metros más al SO., y la cual avanzó hasta los 300 metros

de longitud. Los espesores de esta capa varían á cada paso entre 20 y 30 centímetros, y en la entrada de la galería está acompañada de una cuña de carbón, según se dibuja en la figura 8.

Pasa por Ocejo la faja hullera con un ancho de 500 á 400 metros, prolongada en dirección á Argovejo, elevándose más de 150 metros de altura sobre el pueblo en el Cotorro de la Canalina. En la entrada del mismo Ocejo se compone el sistema de areniscas muy cuarzosas en lechos de 10 á 20 centímetros de espesor, alternantes con otros de pizarra, inclinando sólo 20° al NO.

#### APÉNDICES DE ARGOVEJO

Entre 5 y 6 kilómetros al E. del valle del Esla, por encima de Argovejo, forman diversas depresiones entre el devoniano algunas fajas hulleras, que aparecen como restos de la unión de la cuenca de

Sabero con la de Valderrueda, por el lado septentrional de ambas, donde los derrubios, al cabo de miles de siglos, hicieron desaparecer enormes masas de terreno carbonífero. Esos derrubios no hubieran sido tantos si no hubiesen contribuido, en gran escala, las enérgicas dislocaciones y profundas roturas que desgarraron por todos sitios los terrenos antiguos de la cordillera Cantábrica.

En el paraje nombrado La Trapa, sito á la distancia citada de Argovejo, se halla el coto carbonífero de las minas *Teja*, *Ampliación á Teja*, *Teja 2.<sup>a</sup>*, *Teja 5.<sup>a</sup>* y *Teja 4.<sup>a</sup>* La formación hullera encaja allí entre grandes riscos devonianos y una faja montuosa de conglomerados calizos que más adelante se describirán; é increíble parece que en el espacio de 140 metros de latitud á que se reduce su ancho afloren de seis á siete capas de carbón, algunas muy notables por sus extraordinarios espesores. Encajan esas capas entre areniscas y pizarras comprendidas ó limitadas por dos fajas de almendrones cuarzosos que por su mayor dureza y resistencia sobresalen en el terreno, con escarpas verticales, hasta de 4 y 5 metros de altura, alineadas al E. 3° N. con inclinaciones que varían desde 85° hasta la vertical. Por encima de las labores de La Trapa el orden sucesivo con que se presentan marchando de N. á S. es el siguiente:

- 1—Almendrones cuarzosos de cantos de desigual tamaño, algunos de más de 8 decímetros cúbicos, en contacto por el N. con el devoniano, y sirviendo de base al hullero por el lado opuesto, con un grueso de 16 metros.
- 2—Banco de un metro de espesor de arenisca muy dura, que es el muro de la primera capa de carbón.
- 3—Capa 1.<sup>a</sup> de carbón, con el grueso medio de 2<sup>m</sup>,50.
- 4—Faja de arenisca de 12 metros de anchura media, pues en sitios apenas pasa de 10 metros y en otros llega á 15.
- 5—Capa 2.<sup>a</sup> de hulla con el grueso medio de 1<sup>m</sup>,10.
- 6—Pizarras y areniscas repetidas veces alternantes en 10 metros de anchura.
- 7—Capa 3.<sup>a</sup> compuesta de repetidas alternancias de carbón y pizarra, entrando ésta en cerca de la mitad de su espesor total, que es de 30 centímetros.
- 8—Segunda alternancia de pizarras y areniscas en 15 metros, marcándose más el buzamiento meridional de los estratos.
- 9—Cuarta capa compuesta como la tercera de repetidas alternan-

- cias de carbón entre lechos más delgados de pizarras, con un espesor total de 95 centímetros.
- 10—Tercera alternancia de pizarras y areniscas, 10 metros.
- 11—Quinta capa de carbón en una caja de un metro, en el que se incluyen 20 centímetros de carbón limpio en el muro, otros 20 de pizarra y varias intercalaciones de ésta que reducen á medio metro la parte aprovechable del total.
- 12—Arenisca dura, 5<sup>m</sup>,20.
- 15—Conglomerado cuarzoso, 13<sup>m</sup>,40.
- 14—Alternancia en 70 centímetros de espesor de pizarra carbonosa con lechos muy delgados de hulla.
- 15—Faja de 25 metros de grueso formada de pudinga cuarzosa con dos intercalaciones de 1 á 2 metros de arenisca.
- 16—Alternancia de arenisca y pizarra en un metro de grueso.
- 17—Séptima capa de carbón limpio de 50 centímetros.
- 18—Areniscas y pizarras alternantes en 7 metros de ancho.
- 19—Banco de pudinga cuarzosa, 2 metros.
- 20—Última alternancia de arenisca y pizarra, 10 metros.
- 21—Conglomerado calizo que limita la cuenca por el S. con algunos centenares de metros de espesor.

Es indudable que este conglomerado calizo corresponde á la parte superior del hullero; pero no deja de ser un hecho curioso que, mientras en el centro de la inmediata cuenca de Sabero esta roca se reduce á cinco ó seis estratos, los cuales apenas suman otros tantos metros de espesor, en esta faja carbonífera de Argovejo el desarrollo sea verdaderamente colosal, constituyendo un ancho cordón de montañas que dominan la cuenquecita de La Trapa por el lado del S. Los arrastres de grandes masas de rocas preexistentes al final del hullero fueron más violentos en el espacio hoy comprendido entre el Esla y el Cea que entre el Esla y el Bernesga, hecho curioso desde el punto de vista científico, pero que tiene escaso interés industrial.

Del examen minucioso de los 20 números ú órdenes de capas que componen la faja hullera de La Trapa resulta, en definitiva, que en el ancho de 120 metros se cuentan siete capas de carbón, no todas ellas igualmente aprovechables. Las dos primeras son muy notables por su espesor y por su limpieza, principalmente la segunda; la séptima capa, aunque mucho más estrecha, es de carbón bastante puro;

y en cambio las otras cuatro intermedias, á juzgar por lo que aparece en la superficie, son demasiado sucias. Es probable que así continúen en longitud y en profundidad; pero también pudiera ocurrir que en ciertos sitios presentasen ensanches ó anchurones que acrecentasen su importancia.

Para detallar más lo anteriormente expresado daré cuenta de las labores de investigación que se han efectuado hasta la fecha.

A 480 metros más alto que al pié de Crémenes mide el nivel del río Esla, está la primera planta de los trabajos abiertos en este coto, y que se componen de dos galerías principales de dirección, unidas por una transversal de 17 metros la cual comienza á los 70 metros de la entrada de la primera. A 150 metros llega hoy la longitud total de la galería abierta en la primera capa, que en sus 40 primeros tiene un espesor de un metro, término medio; pero en ese punto se le junta un ramal que asoma en la superficie á 6 metros de la boca de la galería, y desde allí el promedio de su espesor es de 2<sup>m</sup>,50, pues sus gruesos varían entre 2 metros y 2'60, habiendo puntos en que pasa de 5. Se intercala, sin embargo, á 20 centímetros del yacente una fajita de pizarra dura, que á trechos desaparece.

Llega á 85 metros la galería de dirección alineada al E. que hay sobre la segunda capa, la cual tenía en el frente, el día que la visité, un grueso de 86 centímetros; pero su potencia media es de 1<sup>m</sup>,40, pues en la parte alta llega á 1<sup>m</sup>,40. Encaja por ambos lados en dos fajitas de cayuela carbonosa y brillante de 20 centímetros, que facilita su arranque; y luego siguen por yacente y pendiente las areniscas duras y resistentes que apenas exigen entibación.

El segundo piso está 40 metros más alto que el primero, y en él la primera capa se presenta vertical con 2<sup>m</sup>,25 de carbón casi puro, y á 44 metros más arriba el espesor de la misma capa llega á los 5 metros anteriormente citados, á juzgar por las pequeñas galerías abiertas en ella.

Fuera de estas labores, de escaso interés son las restantes, pues se reducen á varias calicatas más ó menos profundas que se abrieron hace poco para reconocer la prolongación de las capas.

Por el lado de P., en el sitio llamado los Albañaderos, entre 200 y 300 metros de la galería del primer piso se reconoció la primera capa, inclinada 85° S., de 2<sup>m</sup>,50 de grueso, con una intercalación de pizarra, junto al techo, de 12 centímetros. A los 3<sup>m</sup>,80 más al S. hay otra calicata sobre la segunda capa que mide 1<sup>m</sup>,25 de grueso,

del cual hay que descontar unos 30 centímetros que suman otras cinco intercalaciones estériles.

A 70 metros más á P., en la collada de la Era de Acevedo, se abrieron unas cuantas calicatas sobre todas las capas que allí afloran. En la correspondiente á la primera se la reconoció dividida en dos secciones, la del yacente con 1<sup>m</sup>,20 de carbón y la del pendiente con 0<sup>m</sup>,60, separadas por una fajita pizarreña de 0<sup>m</sup>,50. Queda á 2 metros al N. la rama septentrional de esta capa, con otros 60 centímetros de carbón, dividida también en dos lechos por otra regadura de pizarra de 5 centímetros. En esta calicata de la primera capa se fijó el punto de partida de la mina *Teja*, demarcada en 1894, y con la cual se enlazan los registros de las otras colindantes.

Otras tres calicatas al S. de la anterior ponen respectivamente de manifiesto las capas 4.<sup>a</sup>, 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup> La 4.<sup>a</sup> suma 1<sup>m</sup>,20, de cuyo grueso hay que rebajar 40 centímetros de pizarra intermedia; la 5.<sup>a</sup> tiene 60 centímetros, pero se reduce á la mitad, pues también la divide en dos lechos otro intermedio de pizarra; y la 6.<sup>a</sup>, que sólo muestra 25 centímetros de carbón entre pizarra negra.

En el espacio de unos 100 metros estas capas y las areniscas y pizarras que las separan se repliegan con inclinaciones gradual y rápidamente decrecientes, hasta el punto que la inclinación de la primera capa es de 70°, y la de la 6.<sup>a</sup> apenas llega á 5°. Esta observación es de algún interés, porque nos induce á desechar la idea que las siete capas enumeradas anteriormente junto á las labores principales de la Trapa sean repetición de cuatro únicas que asoman dos veces á la superficie, á causa de un pliegue enérgico que las comprimió entre el devoniano, con fuerza tal que las puso á todas casi verticales.

Los conglomerados cuarzosos de la base que limitan la faja hullera en la Trapa terminan al pie de la collada de la Era de Acevedo, sin llegar á ésta, pues allí las areniscas, pizarras y capas de carbón interpuestas están en contacto con otras areniscas más antiguas, ó sean devonianas, que con las calizas infrayacentes se retuercen al N. 40° E. diversamente inclinadas al SE.

A 100 metros más á P., entre el elevado pico Cerroso, formado de conglomerado calizo, y la Peña de Acevedo, que es de caliza devoniana, queda ahogada y como cortada esta faja hullera; y sepultadas las capas de carbón bajo la gran masa de ese conglomerado, no es posible adivinar sus caracteres ni su valor industrial á la profundidad á que pudieran seguir más á poniente.

Continuando el examen de las concesiones por su extremo SO., es decir, por las faldas occidentales del pico Cerroso y de la Peña de Acevedo, se notan junto á la collada de Tejado grandes desarreglos estratigráficos. La faja hullera, de poco más de 100 metros de ancha, con los conglomerados calizos superiores, está encajada por dos fallas entre dos bandas devonianas: la de P., formada de cayuelas en el valle y los rasos del Brezal de Tejado, y de calizas que se levantan verticales en la sierra de Rebolledo y continúan más al N. hasta Argovejo; y la de L., que es la de la citada Peña de Acevedo, y que se sobrepone á causa de la falla al terreno carbonífero. En virtud de las dislocaciones estratigráficas, las calizas devonianas buzan al N. y los conglomerados superiores se alinean al N. 18° O. con 55° de inclinación al E., formando las direcciones de los respectivos estratos un ángulo casi recto.

Escaso interés tiene por este lado la fajita hullera. Asoma en primer lugar la pudinga cuarzosa de la base en bancos de poco espesor; sobre ella se apoya la alternancia de areniscas y pizarras, retorcidas casi de N. á S., con 50° de inclinación al E., y se sobrepone á ellas la gran masa de conglomerados calizos del citado pico Cerroso. Casi tocando á este conglomerado, entre dichas areniscas y pizarras negruzcas, se ven algunos lechos de hulla, con tan pocos centímetros de espesor, que no parece sino que la gran masa de aquella roca, con las calizas devonianas sobrepuestas por inversión y por falla, al volcarse sobre el hullero propiamente tal, estranguláron ó redujeron á mínima expresión lo menos resistente del sistema y lo que más interesa, esto es, las capas de carbón.

En resumen, á juzgar por los afloramientos, más á P. de la Era de Acevedo, las concesiones carecen de valor industrial.

Mayores muestras de carbón se encuentran más á L. de las labores actuales de la Trapa; pero no ciertamente por el lado de la Canalina, sino hacia donde radica la colindante *Concha* 1.<sup>a</sup>, según á continuación se va á relatar. Mas antes de llegar á esos parajes habré de mencionar otras dos observaciones de algún interés. La primera es que, á unos 150 metros al E. de las galerías de la Trapa, las mencionadas pudingas cuarzosas de la base hacen un salto hacia el N. de más de 80 metros, circunstancia que influirá en la marcha de las labores subterráneas cuando lleguen á dicha dislocación parcial de los estratos. A otros 200 metros más al E. se abrieron dos calicatas para encontrar la prolongación por ese rumbo de las dos capas

principales de carbón que allí se descubrieron, en efecto, la primera con 2<sup>m</sup>,20 de grueso, y la segunda con 1<sup>m</sup>,40, conservando las mismas regaduras intermedias anteriormente expresadas.

Más de 150 metros de potencia tienen en la Canalina los conglomerados calizos que con peladas crestas, alineados al S. 10° O. é inclinados 55°, se prolongan por varios picos agudos hacia Fuentes y Oejo. En la bajada de dicho monte por el lado opuesto al de la Trapa, es decir, por las vertientes del SE., á pocos metros de los conglomerados afloran en diversos parajes varias capas de carbón, que podrán tener importancia en profundidad, pero no muestran mucha en las calicatas que se abrieron para descubrirlas. La mayor se observa en el Chozo de la Canalina, á 10 metros de un crestón de arenisca ferruginosa, midiendo un espesor de 65 centímetros; y á corta distancia de ella hay otro afloramiento de vetillas insignificantes entre pizarras negras. Más á L. y á un nivel 100 metros más bajo, á 8 metros de la caliza hay otro afloramiento carbonoso de 70 centímetros tocando á los conglomerados; pero en su mayor parte es también de pizarra negra inaprovechable. Estos afloramientos continúan inmediatos á los conglomerados con 40° de inclinación al SO., prolongándose á todo lo largo del registro *Teja* 5.<sup>a</sup> En su conjunto, los afloramientos de las vertientes meridionales de la Canalina son la reaparición por el S. y debajo de los conglomerados calizos de las capas mejor caracterizadas descubiertas en la Trapa, confluyendo éstas y aquéllos en profundidad, con buzamientos opuestos, á un eje sinclinal, por debajo del cual se extiende el devoniano de parte á parte.

Sobre la collada de Cabreros, por su lado de P., los conglomerados calizos quedan cortados casi á pico y la faja hullera se contornea á su alrededor, uniéndose los afloramientos de la Canalina con los de la Trapa, rodeando las hondas cañadas del Chaguazo.

Precisamente donde las capas hulleras se arquean hacia el N. para revolver con el rumbo E. á O. á lo largo de la concesión *Concha* 1.<sup>a</sup>, por el áspero descenso de la collada de Cabreros hacia Remolina, es donde se presentan los afloramientos de hulla de más interés que los de la Canalina, y probablemente de tanta importancia como los de la Trapa. Observadas en sentido inverso de la bajada, es decir, de N. á S., la 1.<sup>a</sup> capa se descubrió con una calicata, mostrando más de un metro de grueso de carbón muy limpio. A 16 metros de ella se encuentra la 3.<sup>a</sup>, con otro metro de espesor, alineada al E. 10° N. con variable buzamiento septentrional. Queda intermedia la 2.<sup>a</sup>, in-

suficientemente descubierta para juzgar su importancia; la 4.<sup>a</sup>, también con cerca de un metro de espesor, se halla junto á la collada; y al S. de ésta, es decir, por la vertiente opuesta á los anteriores afloramientos, se encuentra la 5.<sup>a</sup>, descubierta por varias calicatas, y la cual, aunque presenta cerca de 2 metros de caja, en su mayor parte es de pizarra carbonosa, reduciéndose el carbón á cuatro ó cinco vetillas que llegarán á unos 30 centímetros de grueso. Sección es ésta de la cuenca de Argovejo que merece más detenidas exploraciones.

La faja hullera sigue á P. de la *Concha* 1.<sup>a</sup>, pasando por las agrestes y riscosas selvas del Chaguazo, limitada al N. por agudos y pelados picos de caliza devoniana. Junto á la collada de la Peña Verde y en la Majada del Chaguazo las pudingas cuarzosas de la base del hullero tienen su mayor desarrollo, pues en sitios pasan de cien metros de espesor.

Por lo quebrado del terreno enteramente cubierto de bosques y maleza entre enormes peñascales, en más de un quilómetro de su longitud se halla sin reconocer esta parte septentrional de la cuenca, por lo cual es de todo punto imposible que haya ingeniero capaz de adivinar el mayor ó menor valor de las concesiones. Más de un quilómetro de longitud en afloramientos que se suponen, pero que no se tocan, es demasiada distancia para no exponerse á graves equivocaciones en más ó menos respecto á la cantidad de hulla que puedan contener la citada mina *Concha* 1.<sup>a</sup> y el tercio del SE. de la *Teja* 4.<sup>a</sup> De paso advertiré que en más de su mitad esta última entra en las calizas y areniscas devonianas, resultando enteramente inútil.

Descritos á grandes rasgos los afloramientos y las labores del coto de Argovejo, obligado me veo á entrar en las consideraciones de orden económico que del examen del terreno se deducen, tanto desde el punto de vista de su situación, cuanto por su probable valor industrial.

En primer lugar se advierte que por el lado de Argovejo las capas de carbón quedan á un nivel bastante alto sobre el río Esla, pues seguramente á cierta profundidad se extienden sin interrupción los bancos devonianos infrayacentes. Atendiendo, por un lado, al reducido número de labores de investigación que se han hecho en este coto, y por otro á los grandes trastornos estratigráficos que en todos los terrenos se observan, no es posible sacar en consecuencia la marcha probable que las capas de hulla seguirán en profundidad. En conjunto, es posible que formen un sinclinal por bajo de la gran

masa de conglomerados, buzando hacia el N. los afloramientos de la Canalina, ó sean los del S., y al S. los de la Trapa, que se extienden por el N., y así se dibujan en un plano en grande escala levantado por mi compañero D. Adolfo de la Rosa, y en el cual se marcan con flechas los sentidos de sus buzamientos. Pero si tal es el conjunto de los estratos, no se efectúa de un modo muy uniforme, desde el momento que por bajo del Chozo de la Canalina se ven capas inclinadas al SO. en la mina *Teja 3.ª*, y que en el arroyo de Cabreros, por la *Concha 1.ª*, hay otras capas que inclinan al N., es decir, en sentidos contrarios á los que señalaría un sinclinal uniforme.

A distancias comprendidas entre 5 y 7 quilómetros del valle del Esla y á alturas que oscilan entre 300 y 500 metros sobre el mismo río se hallan estas capas de carbón, de 18 á 20 quilómetros más al N. de la estación de Cistierna. Mi citado compañero Sr. La Rosa hizo los convenientes estudios para salvar esos desniveles y esas distancias de manera que resultase económico y ventajoso el transporte de sus carbones á la línea de La Robla á Valmaseda, y sobre este punto nada tengo que agregar ni consultar.

Debo limitar mis observaciones á la riqueza probable de esta cuenca y al modo de descubrirla fácil y brevemente. Tratándose de negocios mineros es muy natural que uno de los datos que con mayor empeño se exigen á un ingeniero es el relativo á la cubicación del mineral existente. Casos hay en que se puede satisfacer este deseo con aceptable aproximación; siempre que se trate de minas muy exploradas con extensas labores, ó situadas en comarcas ó zonas de larga fecha estudiadas y conocidas. En otras ocasiones, aun siendo criaderos de comarcas nuevas ó poco conocidas, los criaderos se presentan con caracteres bien definidos, y previas algunas hipótesis, no es tampoco demasiado aventurado fijar una cifra de metros cúbicos no disparatadamente alejada de la realidad. Pero en la cuenca hullera de Argovejo, mucho más trastornada estratigráficamente que sus inmediatas de Sabero y Valderrueda, no veo el medio de averiguar los datos fundamentales para llegar á una cubicación toscamente aproximada. La equivocación puede ser muy grande en más ó en menos.

Discutamos un momento las investigaciones que pueden hacerse para encontrar esos datos fundamentales, es á saber, el espesor medio de las capas, la extensión y la profundidad á que éstas pudieran llegar. Tocante al espesor, por el lado de la Trapa, descountando

las capas en que el carbón está demasiado mezclado con las fajas de pizarra negra que las inutiliza, sería permitido admitir una potencia media de 4 metros en una longitud de unos 500 metros hasta el collado de la Era de Acevedo. Desde ésta hacia P. la prudencia aconseja no tomar en cuenta el carbón que exista bajo las enormes masas del conglomerado calizo, ni tampoco los afloramientos de la parte del S. en las vertientes de la Canalina con pocas mayores señales de riqueza en carbón que los lechos inmediatos al collado de Tejero anteriormente citados. Por el contrario, los afloramientos que aparecen en la mina *Concha 1.ª* inducen á suponer que la parte más rica en carbón, con el espesor medio anotado de 4 metros, debe buscarse por el lado NE. de las concesiones. Pero ya se dijo que hay una zona de cerca de quilómetro y medio de longitud totalmente inexplorada y que cruza por el collado de la Peña Verde.

En aquellos montes y bosques de difícil acceso está todo por explorar é investigar; y la dificultad que hoy para mí existe es el saber si hay ó no soluciones de continuidad en dicho trayecto tan largo, para ese espesor de 4 metros. Si las hay y son de gran longitud, el coto pierde mucha importancia, en mi juicio; si no las hay ó se reducen á cortos trayectos, aun en los casos más desfavorables relativos á la extensión y á la profundidad se puede llegar á una cifra que pase de millón y medio de toneladas, pues por lo menos se podría contar en la longitud de 2000 metros con una profundidad ó una extensión de 200 metros por lo menos. Profundidad ó extensión que no son exageradas, pero que son muy difíciles, si no imposibles, de apreciar aproximadamente para esta cuenca. En aquéllas, como en la inmediata de Sabero y otras muchas, donde todas las capas se presentan fuertemente inclinadas, y lo mismo pasa con casi todos los filones y vetas de los criaderos metalíferos, al dato del espesor medio y de la longitud de las concesiones se agrega, no el de la extensión de los criaderos, sino la profundidad hasta la cual puede racionalmente llegar la materia explotable. En otros criaderos que se presentan horizontales ó con menos de 45° de inclinación, como en muchos bancos de hierro y otros metales, en ciertas cuencas de lignitos terciarios, en los depósitos de azufre de Hellín, de thenardita de Villarrubia, etc., etc., la extensión dentro de las concesiones reemplaza á los otros datos de la longitud y la profundidad media. Esta vulgaridad, inútil de consignar, es preciso recordarla para la cuenca de Argovejo, caso indefinido para el cual no es posible averiguar

hasta qué puntos debe atenderse á la profundidad, ni hasta qué zonas se tiene que fijar la corrida de los criaderos en extensión. Junto á las galerías de la Trapa las capas están casi verticales y es la profundidad el dato que debe investigarse; por las faldas de la Canalina están muy tendidas y sólo cabe averiguar su extensión; en la Era de Acevedo las dos primeras capas están fuertemente levantadas, las que siguen se tienden gradualmente y la última sólo tiene 5° de pendiente. Con tales variaciones estratigráficas y con tanta obscuridad respecto á la prolongación de los criaderos en su zona septentrional, no es posible imaginar una cifra que pareciera aceptable, ni para la profundidad media, ni para la extensión de una fracción de las concesiones.

Afortunadamente estas dudas podían disiparse en gran parte y con no mucho tiempo, sin más que abrir una labor de investigación, á la vez que preparatoria y fundamental para los trabajos ulteriores, hacia la cual llamo especialmente la atención de los interesados.

La parte más rica de los afloramientos descubiertos hasta el día y aquélla de más favorable situación para el arrastre de los carbones es allí donde, como fué muy natural, se abrieron las galerías de la Trapa. Con el afán de obtener productos inmediatamente y con poco gasto, se colocaron tales labores en parajes excesivamente altos; y como las capas de carbón están allí casi verticales, más prudente hubiera sido atacar los criaderos á nivel mucho más bajo cortándolos por una transversal, cuya entrada se fijase allá donde el relieve del terreno mejor lo permite.

El carbón que sale de las galerías del primer piso de la Trapa continúa por una vía de 35 metros y se vierte en un depósito inclinado, ó sea un cajón grande de madera, por el cual desciende á un nivel 15 metros más bajo; de aquí se traslada por otra vía de 200 metros de longitud que termina en la cabeza de un plano inclinado de 155 metros de longitud, cae allí en unas rejillas y se efectúa una tosca clasificación. Se comprende lo que desmerece el carbón con tan complicadas maniobras; pero no es esto sólo.

Más abajo del pié de ese plano inclinado, á orillas del arroyo de la Trapa, cerca del puente del camino de carro que se arregló para el transporte de los carbones, está indicadísima una transversal á un nivel 150 metros más bajo que el primer piso de las galerías de la Trapa, y la cual tendría los siguientes fines: 1.º, reconocer en profundidad la prolongación de las capas; 2.º, ganar dicho desnivel

equivalente á cuatro ó cinco pisos de explotación; 3.º, evitar las complicadas maniobras que hoy se hacen, obteniéndose proporcionalmente mayor cantidad de cribado; y 4.º, ganar para abajo otra tanta ó más altura, sustituyendo el actual con otro plano inclinado en dirección á Argovejo y para el sitio donde conviniera establecer los lavaderos y el taller de clasificación. Bastaría el primer objeto para hacer recomendable la apertura de la transversal; y si cortase las capas en condiciones parecidas á las que se han descubierto en la Trapa, habría la seguridad de que en este coto se pudieran cubicar unos dos millones de toneladas de carbón, cantidad suficiente para ser la base de un negocio lucrativo.

L. MALLADA.

# FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCÍA

POR

M. D.-P. OEHLERT<sup>(1)</sup>

---

## SEGUNDA PARTE

*Spirifer Boulei*, nov. sp.

(Lám. 2.<sup>a</sup>, fig. 1.)

Concha de gran tamaño, transversa, poco hinchada, con el pliegue central y el seno regularmente acusados, cubierta en toda su superficie por costillas radiantes redondeadas, regulares en las partes laterales, donde se encuentran en número de 12 á 15 en cada lado; son siempre simples, salvo en las inmediaciones del seno y del bocel, donde á veces se cuentan dos ó tres, que en los individuos adultos se dicotomizan cerca del borde frontal.

El seno, bastante ancho y poco profundo, está cubierto igualmente de costillas radiantes, pero muy desiguales, irregularmente distribuidas y dicotomas; se cuentan de seis á ocho, de las que las dos centrales, un poco separadas una de otra, dejan entre si una especie de planicie que forma el borde del seno, sobre el cual aparecen algunas costillas secundarias, solamente perceptibles cerca del borde frontal en los individuos de gran tamaño. El bocel, poco marcado, está algo aplastado por el vértice; las costillas que le cubren se reúnen en la parte posterior, resultando indiscernibles las unas de

(1) La primera parte de este trabajo se ha publicado en el BOLETÍN DE LA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA, 2.<sup>a</sup> serie, tomo VI.

las otras, pero luego se individualizan y aparecen bien distintas á lo largo de su curso. El área ventral, claramente determinada, es mucho más elevada que el área dorsal, que es lineal; es convexa y está doblada de manera que forma un ángulo casi recto con el plano de las valvas. El nates ventral, poco desarrollado y poco encorvado, se eleva ligeramente por encima del área. El vértice dorsal, recto, apenas rebasa la línea cardinal; el umbo dorsal es de poco relieve, casi aplastado.

Esta especie pertenece evidentemente al grupo de *Sp. Bischofi*, Roemer (1); difiere de él principalmente por el número y modo de distribución de los pliegues, sobre todo en el seno y en el hocel; los mismos caracteres separan también esta forma de *Sp. Dalendensis*, Steininger.

En *Sp. Jouberti* (2) del Devoniano inferior del O. de Francia, las costillas son angulosas, salientes, y más numerosas por consecuencia de su dicotomización, carácter que también existe en las costillas del seno y del hocel. No se encuentra planicie en medio del seno, cuya parte central está ocupada por una costilla bastante fuerte, acompañada en cada lado por una sola costilla. En el hocel dorsal las costillas son manifiestamente dicotomas y numerosas.

*Sp. Boulei* ocupa en España un nivel superior á los de *Sp. Bischofi* y *Sp. Jouberti*.

En el Schoarie grit y el Corniferous sandstone de América, se encuentra una especie *Sp. Grieri*, Hall, que se asemeja á ésta por su manera de arrollamiento, pero que se distingue, no obstante, fácilmente, por el número menos considerable y por la forma más redondeada de sus costillas. Además, el corchete ventral y el vértice dorsal son mucho más elevados, más encorvados, y sobre todo más próximos el uno del otro que en nuestra especie, á consecuencia de la posición del área, que en lugar de formar casi un ángulo recto con la línea de la comisura de las valvas, se encuentra, al contrario, aproximadamente en el lugar de ésta.

Indicaré todavía, como caracteres diferenciales, la mayor profun-

(1) Si se comparan las figuras representadas por Kayser (1878, *Fauna dev. d. Harz*, lám. XXIV, fig. 4, y lám. 25, fig. 23-24) con la de la obra de Giebel (1858, *Silur. d. Unterharz*, lám. 4, fig. 3) y que debe ser considerada como el tipo, se observa que existen ciertas diferencias.

(2) Oehlert, 1879, *Devon. de la Sarthe*. B. S. G. F. (3), VII, pág. 709, lámina XIV, fig. 3.

didad del seno del *Sp. Grieri* y el notable hinchamiento de la parte umbonal de su valva dorsal.

#### *Spirifer Pellicoi*, De Verneuil (1).

(B. S. G. F. (3), XXIV, lám. XXVIII, figs. 25 á 27.)

De Verneuil ha designado con este nombre una especie encontrada en las capas más recientes del devoniano inferior (caliza de Ferrönes), caracterizada por su forma muy transversa, sus numerosas costillas y por un pliegue en medio del seno central. El autor la compara incidentalmente con el *Spirifer macropterus*, Goldf. (= *S. paradoxus*, Schlot.), porque, en su época, esta última forma se conocía solamente por los vaciados internos muy imperfectos. Después, Schnur y Roemer han representado ejemplares mejor conservados, provistos algunos de ellos de su concha, y que por su aspecto general recuerdan el *Sp. Pellicoi*, pero no tienen el pliegue único del seno central, carácter diferencial de estas dos formas. En un trabajo reciente M. Béclard ha dado el dibujo de diversos vaciados internos de Spiríferos Coblenzienses belgas muy transversos, y que tienen un pliegue en el fondo del seno; los refiere al *Sp. paradoxus*, y admite así, entre esta especie y el *Sp. Pellicoi*, una identidad absoluta, que, por lo demás, había sido ya indicada por De Koninck y Barrois. M. Béclard reúne al tipo de Schlotheim, *Sp. paradoxus*, los *Sp. Hercynia*, *dunensis*, *macropterus*, *speciosus pro parte*, *phalœna*, agrupando así bajo un mismo nombre todas las formas muy transversas, con pliegues numerosos, con ó sin costilla central en el fondo del seno, porque este carácter no es, según dice, siempre aparente, y aun desaparece por completo en los vaciados internos.

Las pruebas que da, demuestran con evidencia cuán estrechamente unidas se encuentran la mayor parte de estas formas; pero no tengo la convicción absoluta de que todas ellas deban ser designadas bajo un mismo nombre específico, tanto más, cuanto que en muchos de los ejemplares dibujados el contorno y el aspecto general están frecuentemente modificados por fenómenos de compresión, y

(1) Para la biografía de esta especie y de las formas afines, debe consultarse el completo trabajo de M. Béclard, 1895, *Les Spiríferes du Coblenzien* Belge, págs. 199-219, *Bol. Soc. Belge Geolog.*, tomo IX, *Mémoires*.

muchas veces las costillas no parecen ser siempre de la misma naturaleza; en cuanto á los caracteres que pueden deducirse del examen de los vaciados internos, me parecen más bien aplicables á un grupo que ser de orden específico, porque se encuentran muy análogos en las diferentes especies de un mismo grupo.

De todos modos, aun admitiendo que existan fundados motivos para reunir *Sp. Pellicoi* y *Sp. paradoxus*, conservaré, por lo menos provisionalmente, el nombre de *Pellicoi* para la forma española que en esta región, como en el O. de Francia, ocupa un nivel especial (caliza de Ferroñes y de Arnao) (caliza de Erbray, grauvaca de Hierges) más alto que el que contiene *Sp. paradoxus*, propiamente dicho.

Con este motivo, me parece ocasión de insistir acerca de la importancia del trabajo de M. Béclard: por la erudición que en él se demuestra, y por la manera de agrupar las figuras, que permite comparar entre sí los tipos creados por los diferentes paleontólogos, habrá de prestar los más grandes servicios; igualmente hay que apreciar el espíritu sintético del autor; pero, no obstante, no puedo estar conforme con él en todas las determinaciones á que ha llegado, y tampoco es posible aceptar todas las sinonimias que propone.

Así es, para no hablar más que de las especies que mejor conozco, y que he estudiado después del examen de numerosos ejemplares, que creo que no se debe reunir bajo un mismo nombre *Spirifer hystericus* Schlotheim, *Sp. Rousseaui*, *Sp. Lævicosta*, *Sp. Venus*, cada uno de los cuales posee caracteres particulares muy constantes, y además ocupa capas especiales. Del mismo modo no puedo considerar como relativos á una sola especie, *Sp. Daleidensis* Stein, todos los *Spiriferos* coblenzienses que tienen costillas dicotomas en el seno y en el bocel, mientras que aquéllos en los que no se presenta esta dicotomización deberían llevar el nombre de *Sp. Trigeri*.

***Spirifer (Reticularia) Dereimsi*, nov. sp.**

(Lám. II, figs. 2 á 16.)

Concha transversa, romboidal, que alcanza su máxima amplitud hacia su parte media ó un poco más abajo de ésta. Valvas casi de igual profundidad provistas de un seno ventral y de un bocel dorsal. Nates salientes, el de la valva ventral predomina un poco sobre el de la

valva dorsal, resultando muy próximos al encorvarse el uno hacia el otro, pero sin llegar jamás á tocarse. Charnela recta, corta, acompañada de dos áreas poco desarrolladas. Angulos cardinales redondeados. Línea paleal subrectilínea en los costados, sinuosa en el frente. Comisura cortante. Superficie adornada por numerosas laminillas de crecimiento concéntricas, imbricadas y separadas por largos intervalos bastante regulares; estas laminillas están atravesadas perpendicularmente por relieves radiales muy pequeños, muy aproximados, irregulares é interrumpidos por cada una de las laminillas de crecimiento, en cuyo borde se detienen bruscamente después de haberse hinchado y aumentado su grueso, formando una especie de tubérculos que debían servir de base á las espinas. Concha imperforada.

Valva ventral con el seno estrecho, redondeado, no muy profundo, pero bien acentuado y partiendo de la punta del corchete. Las partes laterales de la valva aparecen hinchadas á cada lado de este seno; después descienden en pendiente suave hacia la comisura lateral. Nates bien desarrollado, con los lados redondeados, aguzado en su extremidad, encorvado en ángulo recto por encima del área ventral y dominando el vértice de la otra valva. Área triangular pequeña, rebajada, bastante bien limitada, un poco cóncava y oblicua con relación al plano longitudinal de las valvas; su superficie está manifiestamente estriada en los dos sentidos. Toda la altura del área desde el nates hasta la línea cardinal está ocupada por la abertura triangular, tan ancha que ocupa cerca del tercio de su longitud total.

Valva dorsal con el bocel estrecho, redondeado, moderadamente saliente, bien determinado desde el vértice hasta el borde frontal por dos ligeras depresiones longitudinales; vértice encorvado, saliente por encima del borde cardinal y rebasando al área, que es muy estrecha y está situada aproximadamente en el plano de la valva.

Los diferentes ejemplares de esta especie varían un poco en tamaño y en amplitud; pero no obstante, siempre se reconocen fácilmente, aun en los casos en que por la desaparición de la corteza se han perdido sus delicados adornos, resultando las valvas lisas, porque siempre pueden observarse el bocel y senos centrales estrechos y bien determinados, lo mismo que por su aspecto general. Cierta número de ejemplares presentan en los costados algunos indicios de costillas radiantes anchas y confusas, manifestándose así tendencia al plegamiento en las partes laterales de las valvas. Los cortes longitudinales y transversales que he practicado en varios individuos de esta especie

descubren los caracteres siguientes: las placas foveales están bastante bien desarrolladas; los dientes son robustos y dan origen á dos largos cruras, en cuyas extremidades aparecen dos apófisis triangulares que indican la existencia de una cintilla yugal que ha sido reabsorbida; los conos espirales, cuya dirección es un poco oblicua, están compuestos por nueve ó diez vueltas.

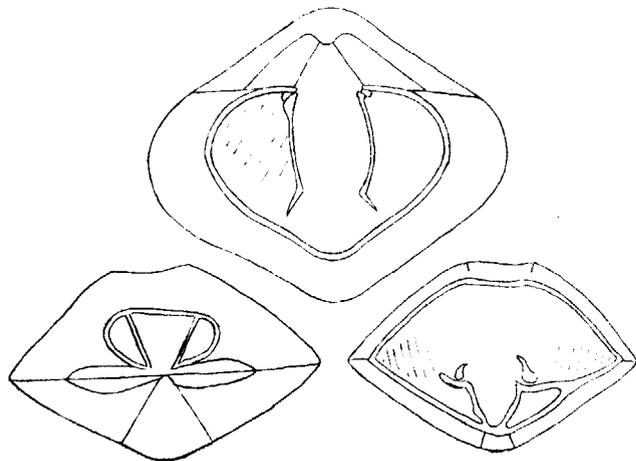


Fig. 1.—*Spirifer Dereimsi*, nov. sp.

Este *Spirifer*, por sus caracteres generales, así como también por su ornamentación, pertenece evidentemente á los *fimbriati*; la insuficiencia de caracteres en los ejemplares que he observado se debe á que las espinas sólo se conservan por muy rara excepción, y por esto no me es posible definir de manera precisa á cuál de las dos subdivisiones (*unicispinei* ó *duplicispinei*) corresponde. Tanto más cuanto Hall y Clarke (1) agregan á continuación de los *unicispinei* propiamente dichos, un grupo cuyo desarrollo es paralelo y que, habiendo aparecido en el Niágara group, continúa hasta la parte alta del devoniano, relacionándose por otra parte con los *duplicispinei*, por la brevedad de su línea cardinal, su contorno, casi circular, y los pliegues borrosos de sus valvas, caracteres que pertenecen propiamente al grupo de los *duplicispinei*.

(1) Hall y Clarke, 1893, *Pal. of N.-Y.*, tomo VIII, parte II, pág. 49.

Pero no obstante, á juzgar por el aspecto exterior, nuestra especie debe ser referida á la sección de los *duplicispinei*, es decir, al grupo *Reticularia*. El tipo de este grupo, *Sp. lineatus*, Martin, difiere evidentemente por su forma redondeada, ligeramente transversa, y á veces alargada, así como también por la ausencia de seno y bocel propiamente dichos; pero hay que notar que existen ciertos ejemplares, entre otros el que representó M. Coy cuando creó su género *Reticularia*, cuyo contorno es romboidal, y en el que el bocel y el seno están bien manifiestos.

Estos caracteres se observan igualmente en las formas devonianas, y en particular en una especie que se encuentra en las pizarras de Budesheim, que M. Kayser (1) ha considerado como una variedad del *Sp. lineatus*, pero que evidentemente difiere de éste lo bastante para constituir una especie distinta. Nuestra forma, que ocupa un nivel inferior, se distingue por su nates ventral mucho menos elevado y menos levantado, y su área ventral mucho menos alta; en la valva dorsal, por el contrario, el nates es más saliente; en fin, el seno, y principalmente el bocel, son mucho más acentuados, por lo que resulta la comisura frontal más sinuosa.

En los tramos de las areniscas de Oriskany, del Helderberg superior y de Hamilton se encuentra una forma semejante *Sp. fimbriatus*, Conrad (2); sin embargo, según los dibujos de Hall (3), el contorno paleal es más ampliamente redondeado, con lo que resulta una figura menos romboidal para el conjunto de la concha; el pliegue central es más anguloso en el vértice, y sus costados son más divergentes; las costillas laterales están en general mucho más acentuadas; el nates ventral, más alto, es menos encurvado; en fin, el perfil de las dos especies es muy diferente á consecuencia del relieve regularmente convexo de las dos valvas en el *Sp. fimbriatus*, mientras que en la forma española este relieve no existe más que en la región umbonal.

Es posible que esta especie haya sido ya encontrada en España, donde se la debió de designar con la denominación de *Sp. curvatus*,

(1) Kayser, 1874, *Brach. Eifel. Zeit. Deut. Geo. Ges.*, tomo XXIII, pág. 582, lám. XII, fig. 2.

(2) El nombre de *Sp. fimbriatus* fué empleado por Morton en 1836 antes que por Conrad, y M. Miller (1883, *Amer. Paleoz. Fos.*, pág. 298) ha propuesto sustituirle por el de *Conradana*.

(3) Hall, 1867, *Pal. of N.-Y.*, tomo IV, pág. 244, lám. 33, fig. 1-24.

Schlotheim (1). Con este nombre, en efecto, se han relacionado gran número de formas con frecuencia muy diferentes del tipo. Este se ha representado muy bien en las figuras que han dado Schnur (2), Quenstedt (3), Kayser (4), etc.; es notable, principalmente, por la exagerada altura del bocel, cuyos taludes se confunden con las partes laterales, haciendo así muy aquillada la valva dorsal y muy sinuoso el borde frontal. El nates ventral está mucho menos desarrollado, más encorvado hacia el vértice dorsal, resultando así muy pequeña el área.

*Cyrtina heteroclita*, DeFrance, sp. var. *intermedia* (Oehlert).

(Lám. 2.<sup>a</sup>, figs. 17 á 34.)

*C. heteroclita*, var. *intermedia* (Oehlert, 1886, *Ann. Soc. Geol.*, tomo XIX, pág. 42, lám. III, figs. 29-34).

*Cyrtina heteroclita* está representada en Santa Lucía por numerosos individuos que, en su mayor parte, se refieren á la variedad que he designado con el nombre de *intermedia*, para indicar que constituye un tránsito entre el tipo de DeFrance y otras formas con costillas más numerosas. En esta variedad las costillas son de vértice redondeado y se cuentan de cuatro á siete á cada lado del pliegue central, que es un poco aplastado. El área es, ya ligeramente arqueada, ya completamente plana. Estos caracteres permiten separarla de la variedad *multiplicata* de Davidson, y con mayor razón de la forma de Ferroñes designada con la letra A por de Verneuil, y á la que más tarde d'Orbigny dió el nombre específico de *Hispanica*, conservado después por Mallada.

Los ejemplares que he estudiado son siempre de tamaño mucho menor que las diversas variedades indicadas por M. Barrois en España y descritas y representadas por él (5); difieren además por el número y forma de sus costillas, así como por las relaciones exis-

(1) Schlotheim, 1820, *Petref.*, pág. 280, lám. XIX, fig. 2.

(2) Schnur, 1853, *Brach. Eifel*, lám. XXXVI, fig. 2 a, b, c, d.

(3) Quenstedt, 1874, *Petref. Deutsch.*, lám. 55, figs. 23 y 24.

(4) Kayser, 1889, *Fauna des Hauptquarz*, pág. 76, lám. XVI, fig. 44.

(5) Loc. cit., lám. X, fig. 8, pág. 260.

tentes entre la longitud de la línea cardinal, el desarrollo del área y la convexidad de las valvas.

Se encuentran igualmente en América, como acertadamente observa M. Whidborne (*Devon. Fauna*, tomo II, pág. 112), variedades que muestran una gradación ascendente hacia las formas con pliegues más numerosos. Citaré como ejemplo el *Cyrtina Dalmani* (Hall, *P. N. Y.*, tomo III, pág. 206, lám. 24, fig. 2), que es un equivalente, sin duda alguna, del *C. intermedia* de Europa, al cual se aproxima, por lo demás, por todo el conjunto de los caracteres.

*Cyrtina heteroclita* es una forma que se encuentra en gran extensión horizontal en todas las hiladas del devoniano, y si á esto se agrega que con frecuencia los ejemplares son muy numerosos en una misma capa, y sobre todo que ciertos caracteres de la especie tienen algo de excesivos, tales como la desigualdad de las valvas, el desarrollo del nates ventral (que con frecuencia lleva consigo la torsión de esta parte de la concha), y, en fin, una gran diversidad en el número de los pliegues, se verá en cuán favorables condiciones se encuentra esta forma para que aparezcan toda suerte de variantes estrechamente relacionadas con el tipo, pero que sin embargo pueden ser separadas de éste, bien considerándolas como simples variedades, bien creando distintas especies, según el punto de vista desde donde nos coloquemos. Bástenos al efecto recordar y comparar, relacionándolas entre sí, la variedad *lævis* Kayser, del devoniano medio de Eifel, caracterizada por su superficie lisa ó con costillas apenas perceptibles; la variedad A de Verneuil, del devoniano medio de Ferroñes (= *C. hispanica*, d'Orbigny, 1850), cuyas costillas son muy manifiestas y muy numerosas, y la variedad *Demarli* del Frasniense de Ferques que posee los caracteres de la precedente, pero en la que la división del bocel viene á indicar una nueva tendencia á la multiplicidad de los pliegues. En América, las modificaciones son más profundas todavía, y los caracteres que separan entre sí á los *Cyrtina* de este grupo son de importancia bastante para necesitar la creación, no de simples variedades como en Europa, sino de especies muy bien caracterizadas (Ej.: *C. biplicata*, *rostrata*, *curvilineata*, etc.)

Todas estas formas extremas, que pueden naturalmente relacionarse las unas á las otras por una serie de tipos intermedios, al mismo tiempo que suministran las pruebas de una variabilidad extremada, demuestran que, á pesar de esta maleabilidad, el tipo *heteroclita*, tomado en su más lata acepción, permanece constante y con-

serva sus caracteres primordiales. Uno de ellos, que por lo demás tiene un valor genérico y sirve para caracterizar el género *Cyrtina*, consiste en la disposición de las placas dentales y del septum de la valva ventral. Este fué el carácter que sirvió de base á Davidson para establecer su género *Cyrtina* y separarle del *Cyrtia*, con el que había sido confundido hasta entonces por consecuencia de su aspecto externo tan semejante á primera vista. La existencia de perforaciones de la concha en el primero de estos dos grupos, y el no presentarlas el segundo, no había parecido motivo suficiente para una distinción genérica.

En cuanto á las espiras, sospechábase desde luego que las hubiera en el nuevo género *Cyrtina*, pero no se habían podido demostrar. Davidson se fundó, pues, solamente en la disposición de la cámara en forma de V («V shaped chamber») situada en la valva ventral, y constituida, según él, por la convergencia de las placas dentales, que se unían hacia la mitad de su curso para formar un septum central: disposición que comparaba á la canaleja del *Pentamerus* (*Conchidium*) *Knighti*. Los cortes que representa en la lám. XIV, fig. 8, parecen, en efecto, confirmar esta manera de ver, según la cual el septum está formado por la reunión de las dos laminillas dentales soldadas. Observaré, sin embargo, que desde esta época Bouchard había reconocido que en *C. Demarli* el septum continúa hasta debajo del deltidium en medio del espacio que queda libre entre las placas dentales. Este carácter, que Davidson considera como especial del *C. Demarli* y que no había observado, según decía, en *C. heteroclita* y *C. septosa*, podía, sin embargo, ser comprobado en estas dos formas, porque la figura de *C. heteroclita*, publicada anteriormente por el mismo autor en su Introducción al estudio de los Braquiópodos (lám. VI, fig. 64), demuestra bien la existencia de la prolongación del septum en esta parte de las valvas. En cuanto al *C. septosa*, se puede igualmente observar la existencia de este mismo carácter, porque en una de las figuras (Davidson, *Brit. Carb. Brach.*, lám. XIV, fig. 10) que representa un vaciado interno, se ve que el relleno de la canaleja ventral está hendido longitudinalmente y que una parte de la lámina septal libre se conserva todavía en su lugar. Por lo demás, la mayor parte de los ejemplares de *Cyrtina*, cuando están bien conservados, permiten con frecuencia ver la prolongación del septum, que aparece en el fondo del foramen á la manera de una laminilla fina y cortante; ésta, aun cuando no se menciona en las

descripciones, generalmente se observa indicada en las figuras.

La importancia del septum y de las placas dentales, así como la génesis y el objeto de este tabique, han sido puestos de manifiesto recientemente por M. Beecher y por M. Clarke. El estudio que han hecho de una manera general, y las conclusiones que han deducido, pueden confirmarse por el examen minucioso de la estructura del vértice ventral de *Cyrtina heteroclita* y de sus formas aliadas: por mi parte, he practicado numerosas secciones que me permiten aportar algunos hechos nuevos. Recordaremos, primeramente, que deben distinguirse el deltidium formado por una sola pieza (*Clitambonites*) (fig. 2, a) y las placas deltidiales; pudiendo estas últimas ser

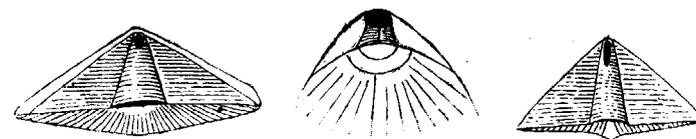


Fig. 2.—a, Deltidium de *Clitambonites*; b, Placas deltidiales de *Magellania*; c, Pseudodeltidium de *Cyrtina*.

distintas (*Magellania*) (fig. 2, b), ó bien soldarse tan íntimamente por la línea central que tomen la apariencia de una sola pieza ó pseudodeltidium (*Cyrtina*) (fig. 2, c) (1).

Según la manera de ver de M. Beecher, interpretando las investigaciones embriogénicas de Kowalewsky sobre *Thecidea* (*Lacazella*) y *Cistella*, el deltidium y las placas deltidiales, si bien desempeñan el mismo papel, no tienen el mismo origen ni la misma estructura. En efecto: mientras que el deltidium, que aparece desde los primeros estados embrionarios, es segregado por la tercera loba ó loba caudal, cuya cara dorsal ocupa, las placas deltidiales, son, al contrario, una dependencia de la loba media; se presentan largo tiempo después de los estados larvarios, y están segregadas por expansiones de la parte ventral del manto que envuelve el pedúnculo. Como consecuencia, se observan ciertas diferencias entre la estruc-

(1) Hall y Clarke han propuesto el nombre de *deltarium* para el conjunto de las placas deltidiales desunidas ó soldadas, y el de *deltaria* para cada una de ellas separadamente.

tura del deltidium y la de las placas deltidiales; por ejemplo: el deltidium no presenta jamás perforaciones, aun en el caso de que las valvas estén provistas de ellas; mientras que las placas deltidiales, al contrario, son perforadas ó imperforadas según que este carácter exista ó no en las valvas.

Así protegida por el lado externo, la base del pedúnculo lo está igualmente, en muchos casos, por el interior de la valva ventral, por el desarrollo y la convergencia de placas dentales, reunidas según la línea central, para formar lo que antes se llamaba la canaleja ventral (*auget ventral*), y que Hall y Clarke designan actualmente con el nombre de *spondylium*. El *spondylium*, rudimentario ó muy desarrollado, que no sería más que una modificación del estuche peduncular originario, ha tenido siempre, en un momento del desarrollo, su parte opuesta correspondiente, que es el deltidium; estas dos piezas forman un conjunto, ó *protodeltidium*, que deja en el centro una cavidad de sección más ó menos triangular, que designaré con el nombre de cámara peduncular.

Estando constituido el spondylium por las placas dentales, que en un cierto número de géneros se reúnen y se prolongan hasta el fondo de la valva, pudiera preguntarse si, en tal caso, esta prolongación se debe á la continuación de las placas reunidas y soldadas, ó si existe un tabique central independiente que constituye el verdadero septum. Las modificaciones que se observan en la dirección de las placas dentales que, según los grupos, pueden ser divergentes, paralelas ó convergentes, y á veces se unen resultando manifiestamente soldadas, como en los *Pentameridae*, parecería demostrar á primera vista que su disposición es siempre la misma, si ciertos géneros, *Spiriferina* por ejemplo, no nos mostraran el septum central aislado y bien desarrollado, que existe simultáneamente con dos placas dentales bien manifiestas.

La serie de secciones que se representan en la figura 3, I á IV ha sido practicada en un ejemplar de *Spiriferina rostrata* procedente del lías superior de Albarracín; para el estudio de los caracteres internos de esta especie he dispuesto de numerosos ejemplares recogidos por M. Dereims en esta localidad, quien me los ha facilitado generosamente. Los cortes demuestran, no solamente la disposición de las placas dentales y del septum, sino también su estructura.

Puede comprobarse con ellos en primer lugar, que estos tabiques, resultado de un repliegue interno del manto, están constituidos por

dos capas soldadas una á otra, y cuyo espesor variable indica que la secreción caliza ha sido más abundante en ciertos puntos que en otros; además, se ve que las placas dentales, reunidas al principio en la extremidad del septum (corte I) por una callosidad interna, se separan pronto (corte II), conservando solamente la protuberancia interna, que no desaparece sino gradualmente. El septum ya libre disminuye de altura, al mismo tiempo que las placas dentales se adelgazan y terminan por romperse, mostrando entonces en los cortes, por una parte, sus extremidades adhiriéndose al fondo de la val-

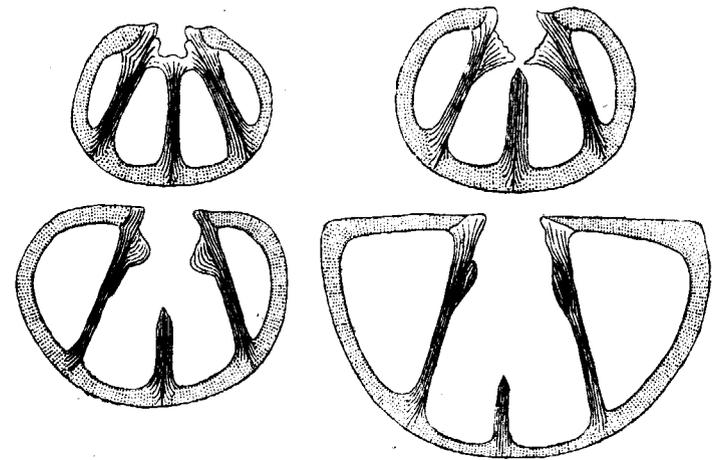


Fig. 3.—Cortes de *Spiriferina rostrata*.

va; por la otra, es decir, por cada lado de la abertura triangular, su punto de origen que pronto va á soportar los dientes.

Estos caracteres tan precisos en *Spiriferina* (ó sea la existencia del tabique y de las placas dentales), se encuentran igualmente en *Cyrtina*, pero ya modificados, y hasta cierto punto ocultos por consecuencia de la fusión de las placas en la línea central.

La prolongación del septum por la mitad de la cavidad peduncular de *Cyrtina*, de que ya se ha hablado anteriormente y que ha sido indicada por primera vez por Bouchard, está claramente representada en los cortes que dan Hall y Clarke; estos autores han demostrado de una manera evidente, no sólo la existencia de este carácter, sino que también han indicado que en el encuentro del septum y de

las dos placas dentales, existe una cámara tubular que, como han observado en *Cyrtina rostrata*, parece hallarse atravesada por el septum central, viniendo á dividirla, según dicen, de una manera irregular en dos compartimentos. Este aparato sería, á su parecer, el homólogo del tubo de *Syringothyris*.

En más de 500 cortes que he practicado en los nates ventrales de varias especies de *Cyrtina* procedentes de Francia, de Alemania, de Bohemia, de Inglaterra y de España, he podido observar que sería posible, con el auxilio de ejemplares en mejores condiciones, llevar más lejos el estudio del aparato interno y llegar á conclusiones más precisas.

Habiendo comprobado la constancia de los caracteres en todas las especies que he examinado, he elegido para su representación,

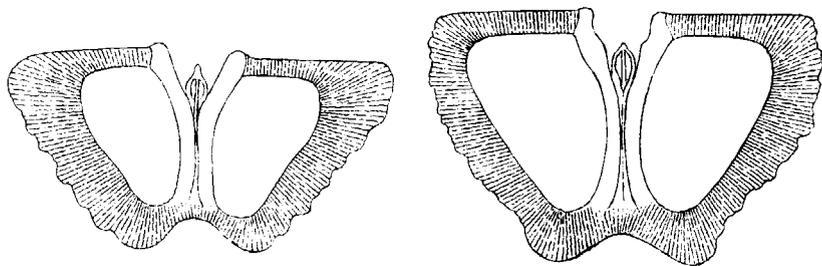


Fig. 4. —Secciones de la extremidad apical del nates ventral de *Cyrtina heteroclyta* á la altura del foramen.

los cortes practicados en un ejemplar de *Cyrtina hispanica*, d'Orb. (= *C. heteroclyta*, var. *A* de Verneuil), cuyo tamaño, más considerable que el de todos los demás ejemplares que han pasado por mis manos, me ha permitido obtener más de cuarenta secciones, solamente en el vértice de la valva ventral; este ejemplar tiene además la ventaja de proceder de un yacimiento donde la distinción entre el relleno interno y la concha es muy manifiesta, facilitándose con esto su estudio.

Cuando se desgasta el nates ventral, según una serie de planos perpendiculares al del área, se observa primeramente la cavidad peduncular ampliamente abierta, y provista en su fondo de una pequeña cresta de vértice muy agudo. Esta cresta se ensancha pronto, se hincha, y entonces se distingue una cavidad central de sección

piriforme, dividida en dos partes por un tabique central muy tenue; este aparato, que designaré con el nombre de *tichorhinum*, á causa de su forma y de los tabiques que presenta, se halla situado sobre la prolongación del septum central (fig. 4), del que, por lo demás, es la continuación (1).

El septum central, aun siendo muy delgado, deja, sin embargo, perfectamente distinta la línea de separación entre las dos laminillas que le constituyen, línea que se prosigue igualmente en el tabique que divide la cavidad piriforme. Acompañan al septum dos placas

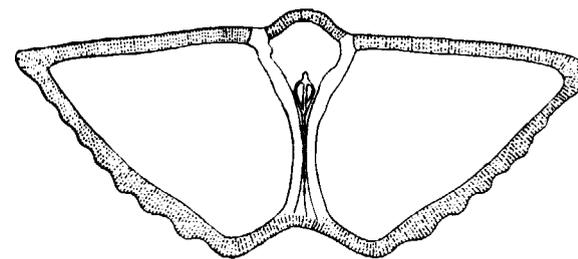


Fig. 5. —Sección de *Cyrtina heteroclyta* en la que se comienza á manifestar el pseudodeltidium.

dentales que están soldadas á él; á consecuencia de esta disposición, el septum, en esta parte de la valva, no encontrándose ya en contacto con el manto, cesa de desarrollarse en espesor, y del mismo modo las placas dentales no pueden crecer más que por el costado externo. El septum central, á pesar de ser muy delgado, conserva, no obstante, su individualidad entre las dos placas dentales, y, en general, se distingue muy bien en los cortes, por lo menos en la parte apical

(1) Siendo muy pequeña la doble canal (tubulure) que existe en el *tichorhinum*, no ha podido rellenarse completamente por las materias extrañas que han penetrado en la cavidad paleal y en el spondylium, y por este motivo se encuentra con frecuencia ocupada por un depósito de carbonato de cal. Por lo demás, suele ocurrir, como puede verse practicando secciones, que la concha no está rellena más que en parte por materias terrosas: arcilla, arena ó barro calcáreo; materias que ocuparon solamente la parte inferior de las valvas, y en situación variable según la posición en que quedó la concha después de muerto el animal, resultando, por consiguiente, una cámara ó espacio vacío en la que el agua cargada de carbonato de cal formó después una masa cristalina.

de la valva ventral; percíbense también las dos laminillas, muy finas, que le constituyen en toda su longitud. A consecuencia de la soldadura de las dos placas dentales sobre cada uno de sus lados, el septum, no encontrándose ya en contacto con el manto, no ha podido aumentar su desarrollo externo, con lo que se explica su poco espesor. Los cortes siguientes muestran la manera de depositarse las capas calcáreas en todo el conjunto de este aparato, observándose que se han sedimentado sobre las paredes del tabique central remontándose un poco á lo largo de las placas dentales; se observa, en el es-

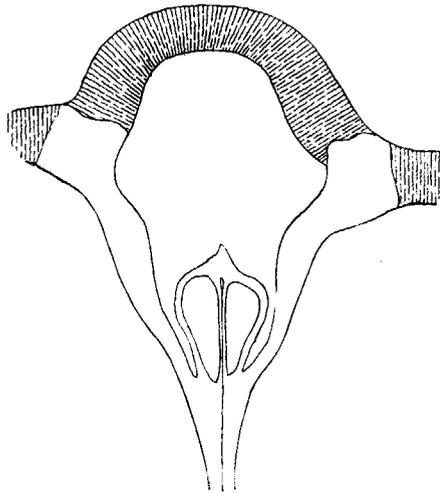


Fig. 6.—Sección, muy ampliada, del spondylium y del tichorhinum.

pesor de éstas, una serie de zonas concéntricas que indican su modo de crecimiento, y al mismo tiempo indican de qué manera habrán de terminar contra el septum. Pronto, en efecto, se las ve adelgazar por cada lado del tichorhinum, después interrumpirse, dejando solamente en la base de este último algunos vestigios que desaparecen rápidamente. El septum queda entonces solo, mostrando siempre en su extremidad la sección completa del tichorhinum, que todavía se ve durante algún tiempo y que acaba por hacerse incompleto á consecuencia de la interrupción que se produce en las partes laterales. Estas desaparecen gradualmente, y sólo queda al poco tiempo una

expansión de forma transversa en la extremidad del septum y un ligero ensanchamiento que indica la base del tichorhinum; estos caracteres se borran á su vez y no queda más que la base del septum.

En esta serie de cortes, el pseudodeltidium no aparece más que en la sección representada en la figura 5, correspondiendo los precedentes al nivel del foramen. El pseudodeltidium está claramente perforado y tiene estructura análoga á la de las valvas; se halla limitado lateralmente por la base de las placas dentales, que no presentan ningún indicio de perforaciones. En cuanto á la sutura central que indica la unión de las dos placas deltoidales, ha debido borrarse y no he podido comprobar su presencia.

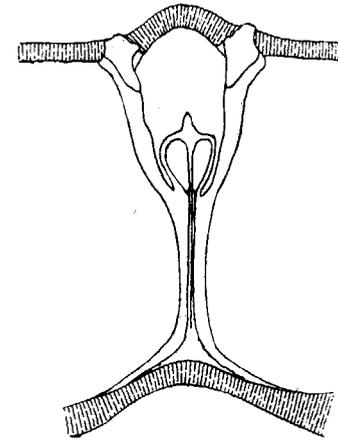


Fig. 7.—Sección en que se muestra en el interior de las placas dentales las trazas de los dientes.

Si se ensaya ahora, según estos cortes, el reconstituir la disposición general de los tabiques, se ve primeramente que el vértice de la valva central está dividido en tres compartimentos, uno de los cuales, el más pequeño, forma la cámara peduncular, constituyendo un spondylium análogo en su forma al de los Pentameros, pero diferenciándose por su estructura; en efecto, en estos últimos el tabique central está constituido solamente por las dos placas dentales que se han puesto paralelas y se han soldado, mientras que en *Cyrtina* este tabique tiene como parte fundamental un septum inicial bien distin-

to, contra el cual vienen á apoyarse las placas dentales, y todo este conjunto va aumentándose con los depósitos laterales sucesivos.

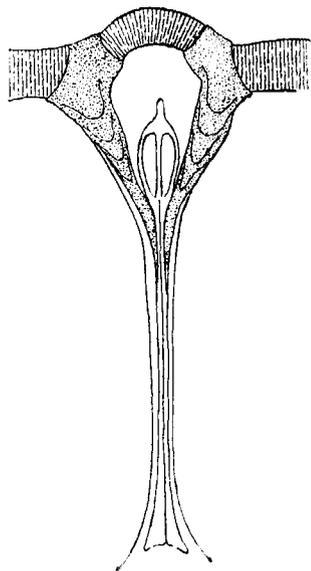


Fig. 8.—Sección en que se representa cómo crecen las placas dentales y la continuidad del septum entre ellas.

Desde el fondo del spondylium se levanta el tichorhinum formando un saliente bastante fuerte, pero dejando, sin embargo, en la par-

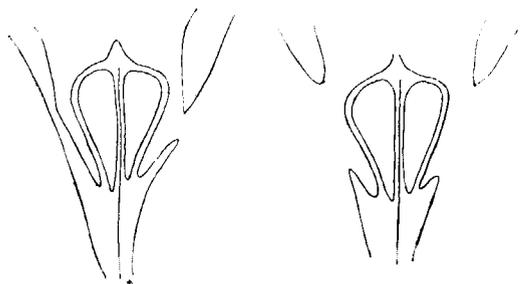


Fig. 9.—Secciones en que se ve la manera cómo las paredes del spondylium se interrumpen para dejar libre el tichorhinum.

te anterior un amplio espacio libre para el pedúnculo; examinando los cortes se ve que las placas dentales vienen á aplicarse contra la

base del tichorhinum que forma parte integrante del septum del que que no es más que la continuación.

En cuanto al objeto de este aparato, todavía es hipotético. Opino, no obstante, que podía servir para alojar los músculos pedunculares ventrales; éstos debían extenderse gradualmente hacia adelan-

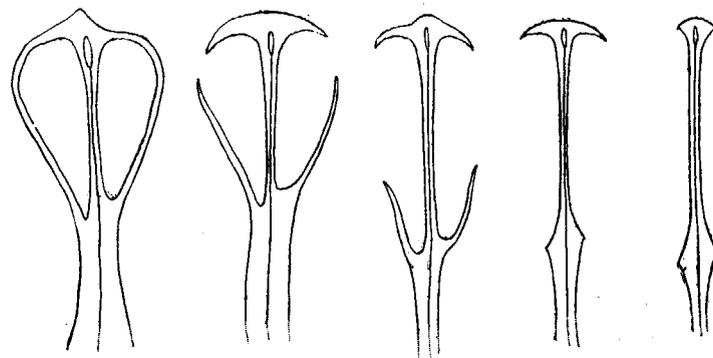


Fig. 10.—Secciones sucesivas del tichorhinum para demostrar la manera cómo va desapareciendo.

te, al mismo tiempo que se prolongaba esta especie de bocinilla de doble compartimento. Por lo demás, esta disposición de los músculos alojados en cavidades tubulares más ó menos desarrolladas, se

encuentra también en otros géneros, y en particular en *Douvillina* (*D. Dutertrei*) entre los Articulados, y en *Trimerella* (*T. grandis*) entre los Inarticulados. La identificación hecha por Hall y Clarke, entre la cámara tubular de *Cyrtina* y el tubo hendido de *Syringothyris*, no me parece suficientemente establecida, porque en el pri-

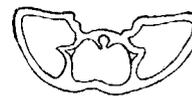


Fig. 11.—Sección transversal del corchete de la valva ventral de *Syringothyris* (Davidson).

mer caso este aparato es una dependencia del septum, mientras que en el otro está producido por las placas dentales; además, la porción del tubo de *Syringothyris*, colocada por detrás del tabique transverso, su hendidura longitudinal, y la ausencia de división interna, le dan un conjunto del todo diferente (fig. 11); careciendo de ejemplares bien conservados no he podido estudiar su estructura, pero según las figuras que han dado Winchell, Davidson, Hall y Clarke, opino que

el tabique transversal puede compararse á las dos callosidades que en las *Spiriferinas* unen entre si las placas dentales para formar el spondylium (fig. 5); estas protuberancias, como lo demuestran los cortes, desaparecen bastante rápidamente en este último género; pero en ciertos spiríferos, *Spirifer Verneuilli*, por ejemplo (fig. 12),

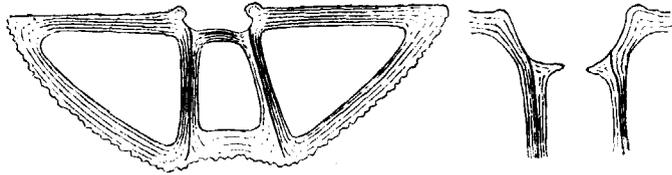


Fig. 12.—Sección transversal de *Spirifer Verneuilli*.

tienen mayor importancia y se ven casi sobre toda la altura del área, bajo la forma de un tabique transversal (fig. 12, *a*) que se prolonga en dos crestas agudas (fig. 12, *b*).

Traducido por

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

## EXPLICACIÓN DE LA LAMINA 2

Fig. 1.—*Spirifer Boulei*, n. sp.: tamaño natural.

Figs. 2 á 16.—*Reticularia Dereimsi*, n. sp.: tamaño natural.

Figs. 17 á 34.—*Cyrtina heteroclita*, DeFrance, var. *intermedia* Oehlert: 17, tamaño natural; 18 á 34, aumento 1 1/2. Diversos ejemplares para demostrar cuán variable es esta especie, conservando, no obstante, siempre sus caracteres propios.

# EXCURSIONES

VERIFICADAS

DURANTE LA REUNION DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE FRANCIA

EN BARCELONA

EN SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 1898

---

## I

### DE GERONA A OLOT Y A SAN JUAN DE LAS ABADESAS

Los datos que siguen se han obtenido en una excursión hecha con objeto de visitar la región volcánica de Olot, partiendo de Gerona, extendiendo la visita hasta las minas de hulla de San Juan de las Abadesas y volviendo de allí á Barcelona por Ripoll y Vich.

El 24 de Septiembre de 1898, á las siete de la mañana, salimos de Gerona para Olot, y á las diez y media llegábamos á Bañolas, marchando siempre sobre las margas numulíticas, las cuales se extienden desde Gerona hasta más allá de Olot.

En Bañolas, villa colocada á la orilla de un lago, con cuyas aguas muelen varios molinos, vimos descansando sobre las hiladas eocenas una caliza tobácea que forma bancos de 3 centímetros á un metro de potencia, que se explota para la construcción de edificios á causa de su ligereza y de la facilidad con que se la trabaja. Monedas y pesos de bronce que se han encontrado en su interior demuestran que esta roca caliza, originada por la precipitación del carbonato cálcico de las aguas del lago, se continúa todavía formando en la época moderna. El Dr. Alsius, boticario de Bañolas, á quien se debe el descubrimiento de la caverna de Serriñá, descrita más adelante por el Sr. Harlé, nos enseñó una colección de objetos de la industria neolí-

tica que él ha recogido en dicha cueva. Nos llamó la atención el tamaño pequeño de los instrumentos de pedernal, que forman delgados buriles, raspadores y puntas de flecha, y además una herramienta semejante á las actuales podaderas de viñas, pero más pequeña, forma que creemos completamente nueva entre los restos de la industria magdaleniense. La estación prehistórica de Serinà era sin duda un taller de instrumentos de pedernal de tamaño pequeño, tal vez destinados al cambio con otros objetos.

A la una de la tarde pasamos por Besalú, villa colocada sobre el río Fluviá en la bifurcación de las carreteras de Olot á Figueras y de Olot á Gerona, entrando en el valle del Fluviá que íbamos á remontar.

Pasamos por Argelaguer y San Jaime de Lierca, y en este punto empezamos á caminar por el borde superior de la corriente de basaltos, procedente de los volcanes de las cercanías de Olot, que se presenta poco después con todo su desarrollo al llegar á Castelfollit. Esta población está edificada sobre una columnata de prismas de basalto de 54 metros de altura á la orilla del río que circula por entre los derrubios de estos largos prismas desprendidos de la masa principal. En la base de los basaltos se perciben los maciños numulíticos en bancos inclinados; pero no lejos de aquí hubiéramos podido ver intercalados entre el basalto y el numulítico los aluviones cuaternarios, lo que demuestra la edad moderna de la corriente volcánica. Estas relaciones estratigráficas fueron observadas por Lyell, y más tarde por Alsius, Teixidor y Carez.

Llegamos á las seis y media de la tarde á Olot, villa colocada en el centro de una comarca abundante en cráteres volcánicos. El señor Bolós, farmacéutico descendiente de D. Francisco Bolós, á quien se debe el descubrimiento de estos volcanes (1796), nos enseñó una colección donde figuran ejemplares de todos los minerales que acompañan á las lavas de la localidad, y además un molar incompleto de *Elephas Primigenius*, recogido en las cercanías de Olot, ejemplar que demuestra que aquel paquidermo vivió en la vertiente meridional del Pirineo.

Al día siguiente consagramos la mañana á visitar los cráteres inmediatos, y á la subida del de Montelivet observamos el buzamiento de 50° al SO. que presentan los bancos de pudinga oligocena que están en contacto con la vertiente SO. del cráter, y admitimos, conforme á las ideas expuestas en aquel momento por el Sr. Stuart-

Menteath, que existe completa independencia entre el volcán y la forma de la superficie anterior, no habiendo producido las erupciones volcánicas ningún efecto mecánico sobre las rocas terciarias, limitándose á aprovechar las fallas para salir á la superficie.

Sin embargo, dichas erupciones han modificado la hidrografía, puesto que el antiguo lago *De las presas*, hoy día desecado, debió formarse por el relleno del valle con las lavas esponjosas, y el curso actual del Fluviá es un álveo artificial abierto en época desconocida para sanear dicho antiguo lago.

A las dos salimos para San Juan de las Abadesas, donde llegamos á las seis. La carretera corta las capas numulíticas, después una hilada yesosa, y se entra luego en la masa de pudingas oligocenas que constituyen casi por completo la divisoria de aguas del Fluviá y el Ter, en el Coll de Santigosa (1062 metros de altitud). El buzamiento, que era septentrional, cambia, presentándose aquí un sinclinal.

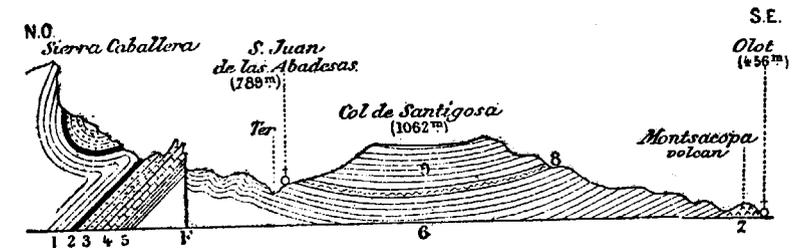


Fig. 4.—Corte desde Olot á las minas de San Juan de las Abadesas.

- 1, caliza amigdaloides; 2, hulla y arenisca carbonífera; 3, pudinga cuarzo-sa y arenisca roja, triásicas; 4, calizas del Muschelkalk; 5, margas (lías medio); 6, margas y calizas margosas numulíticas; 7, lava volcánica; 8, yeso; 9, pudingas y margas oligocenas.

Estas pudingas alternan con margas rojizas, y cuando se descende por la vertiente del Ter, casi al llegar á la villa de San Juan, se presenta concordando con las pudingas un banco de yeso, que reaparece de nuevo por debajo de las margas numulíticas.

El 27, á las seis de la mañana, salimos para las minas llamadas de San Juan de las Abadesas, pero que se debían llamar de Surroca y Ogassa, porque se encuentran situadas en los alrededores de estas aldeas á 1000 metros de altitud en la vertiente derecha del Ter. Atravesamos el río al salir de San Juan y llegamos á las minas de car-

bón, viendo que las margas azules del numulítico llegan hasta muy cerca de las minas, conservan su buzamiento meridional á pesar de dos fuertes pliegues que presentan casi á la mitad del camino y otros de menor importancia que alteran un poco la estratificación. Los fósiles no abundan, pero recogimos ejemplares de *Turritella Ataciana*, D'Ob.; *Nummulites Globulus*, Lym.; *Pecten Subtripartitus*, D'Arch., y varias *Ostreas*.

El aspecto del terreno cambia súbitamente al entrar en la hoz que da acceso á las concesiones mineras, pues á las formas redondeadas de las colinas margosas eocenas suceden crestos calizos y areniscos; estamos en el triás, separado por una falla del numulítico, dejando, sin embargo, aflorar un pequeño isleo margoso sin fósiles, probablemente liásico.

Del otro lado de la falla el buzamiento es contrario, los bancos buzan al N.: hay, pues, un pliegue en cuyo lado se ven capas invertidas pertenecientes al liás?, al triás y al carbonífero.

Este pliegue, que hice conocer en 1885 en la *Reseña geológica de la provincia de Gerona*, explica todas las anomalías que se creía haber en esta cuenca hullera y simplifica su composición, demostrando que las zonas llamadas zona *Gallina*, zona *Faig* y zona *Juncá*, distribuidas de E. á O. á lo largo del manchón hullero, no son más que fragmentos desprendidos por fallas transversales en este gran pliegue inclinado y todas dejan ver más ó menos modificada esta inversión de los bancos, de la cual el efecto no ha sido estratigráfico, sino que ha sido también químico, porque ya hice en dicha época la observación que todas las capas de hulla que conservan su posición normal se han transformado en carbones secos, mientras que las que han sido invertidas, tienen carbones grasos, los cuales han estado ocultos bajo un espesor de bancos pétreos mucho mayor que las otras.

Vueltos á San Juan, tomamos el tren, que nos condujo por Ripoll y Vich á Barcelona, y durante el viaje pudimos notar los pliegues que las hiladas numulíticas presentan al aproximarnos á los contrafuertes pirenaicos, cómo vuelven á tomar disposición normal al entrar en el llano de Vich, y cómo cambian de buzamiento en el borde meridional de esta llanura para alcanzar los derrames de la montaña de Montseny.

Aquí, desde Aiguafreda á Figaró, estamos en la base del numulítico, y puede observarse cómo debajo del eoceno marino se desarro-

lla una formación rojiza, separándole del triás que se halla más adelante. Esta formación rojiza está compuesta de margas y conglomerados, á que se conocía con el nombre de *Garuniense*, pues no lejos de este sitio se halla el *Bulimus Gerundensis*.

Mas esta clasificación, que era natural antes del año 1891, cuando en los Pirineos catalanes yo descubri la fauna de Rilly en la parte alta de la gran formación rojiza que corona el cretáceo superior, no puede mantenerse hoy después de haber demostrado en una nota <sup>(1)</sup> que estas margas rojizas que al N. de Berga descansan sobre las capas con *Lychnus* deben separarse en dos tramos, conservando en el garuniense, ó danés lacustre, el tramo inferior que comprende la caliza de Vallcebre, representante en Cataluña de la de Vitrolles en Provenza; y que ha de referirse á la base del terciario el tramo superior compuesto de margas rojizas con *Paludina aspersa*, sobre las que descansan en Berga las calizas con *Alveolina melo*, base casi constante de la formación numulítica. Esta división obligada de las margas rojas subyacentes al numulítico en margas rojas numulíticas y en margas rojas cretáceas, conduce lógicamente á admitir que allí donde se vean margas rojas sobre las que se apoyan las hiladas inferiores de la formación numulítica y apoyándose á su vez sobre rocas de sistemas antiguos (trias, siluriano), sin haber por allí indicios de cretáceo más que á grandes distancias, nos encontraremos en presencia de margas terciarias de la misma edad que las rojas de Berga con *Paludina aspersa*, y las margas que se observan desde Aiguafreda á Figaró se encuentran en este caso, aun cuando éstas encierran el *Bulimus Gerundensis*; que así resulta ser de la misma edad que la *Paludina aspersa*.

Esta conclusión viene á confirmar la idea que el Sr. Carez expresó en 1881 en su *Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de l'Espagne*, cuando él colocaba las capas con *Bulimus Gerundensis* en la base del terciario, y esto que fué una verdadera intuición geológica difícil entonces de demostrar, y que yo combatí por lo que hasta entonces había visto; pero mi descubrimiento de 1891 ha demostrado claramente el verdadero lugar de las hiladas.

Por debajo de estas margas se presentan las calizas del triás superior y las pudingas cuarzosas de la arenisca abigarrada, después las

(1) Nota sobre la presencia de la formación lacustre de Rilly en el Pirineo catalán. (*Memorias de la Real Acad. de Ciencias de Barcelona*, 1891.)

pizarras paleozóicas en Figaró, el granito en la Garriga, y entramos en la llanura de Granollers, donde el cuaternario tiene gran desarrollo y alcanza hasta las cercanías de Barcelona.

LUIS M. VIDAL.

Septiembre 1898.

## OBSERVACIONES

### ACERCA DE LA REGIÓN VOLCÁNICA DE OLOT

De esta región, ya descrita por mí en el *Bulletin de la Société Raymond* de 1889, puedo añadir algunos datos:

1.º Los volcanes de los que muchos no han sido figurados todavía en los mapas, se hallan colocados siguiendo la costa de un antiguo golfo plioceno; y teniendo en cuenta la existencia de rocas similares de Celta y Marsella, parece que aquél sería el litoral de la zona volcánica del Mediterráneo. 2.º Los cráteres y corrientes de lava se presentan enteramente independientes de la forma de la superficie antigua y no han ejercido ningún efecto mecánico visible en las rocas anteriores al plioceno, sobre cuya superficie se depositaron, y de las que á menudo se presentan separados por un antiguo suelo arcilloso ó por los aluviones pedregosos de los valles. 3.º El golfo antiguo parece ser resultado de un hundimiento según fallas que hicieron descender el oligoceno por bajo del nivel del eoceno. 4.º El yeso que se encuentra con bastante desarrollo entre el oligoceno y eoceno parece independiente de los volcanes. 5.º El olivino, poco visible en las lavas de Olot, parece ser, según las observaciones del Sr. Bolós, abundante en las rocas volcánicas más próximas á la costa actual. 6.º Las rocas oligocenas yesíferas, que recuerdan perfectamente el terreno triásico, presentan un espesor de más de 500 metros, y descansan sobre una formación de tal vez 1000 metros de potencia, toda correspondiente al eoceno. 7.º Los volcanes están situados á 20 kilómetros del terreno hullero de San Juan de las Abadesas, donde la hornaguera tiene más de 22 metros de espesor, y como probablemente la formación se encontrará por bajo de la región, tal vez las lavas

tengan relación en su composición química con la hulla, pues es sabido que en España y en otros países los volcanes se presentan encima de masas muy importantes de materias reductoras, confirmando la teoría geológico-química que yo presenté en la Asociación Británica en 1871. 8.º En la mina de hulla de San Juan he reconocido la identidad del mármol amigdalóide con *Goniatites* con el *griota* de los Pirineos centrales y orientales, y no he visto nada de anormal en la disposición estratigráfica de aquella cuenca.

STUART MENTEATH.

Septiembre 1898.

## II

## DE SANS A MONTJUICH

Saliendo de Barcelona se puede observar el gran manto cuaternario referible al *lehm* con nódulos calizos que cubre la llanura y descansa en los depósitos terciarios del subsuelo. A un kilómetro de la ciudad, en la aldea de Hostafranchs, hay un cerrillo ó pliegue de terreno donde por el derrubio del cuaternario han quedado al descubierto las margas arenosas blanquecinas y amarillentas del astiense, y un kilómetro más allá, en Sans, en la misma estación del tranvía, vuelve en otra colina á asomar el mismo terreno cuyas capas se descubren en la trinchera abierta para la construcción de la carretera, siendo las superiores de formación marino-litoral y compuestas de lechos de guijarros pequeños y arenas amarillentas con restos de algas calizas ó *Lithothamnium*: estas capas con guijos son la continuación de la que con cantos rodados bastante gruesos y bien cimentados, forma una banda de pudinga poligénica que corre en el nivel superior del astiense marino en casi toda la orilla izquierda del Llobregat desde Hospitalet hasta Papiol.

Dejando la carretera y tomando la dirección del Montjuich, se atraviesa la última colina astiense sobre la que están construidas la iglesia y el pueblo de Sans, donde hay varias trincheras muy interesantes para el geólogo hechas en el cerro astiense para la apertura de nuevas calles que se unen con el camino de Hospitalet y Villafranca, pasando por el fondo del vallejo que hay entre la colina tortonense de Montjuich y el cerro plioceno de Sans, sólo distante unos 400 metros.

En la plaza que se ha excavado delante de la fachada de la iglesia, edificada, como hemos ya dicho, en lo alto del montículo, se puede ver cómo los lechos litorales con guijarros, observados en la carretera allí cerca, se cambian en margas arenosas amarillas que en la parte inferior y media buzan hacia Montjuich y se apoyan en estratificación discordante sobre las capas que constituyen esta colina tortoniense.

Las margas arenosas contienen una fauna completamente litoral con:

- Ostrea Companyoi*, Font.
- *Perpiniana*, Font.
- Anomya ephippium*, Lin.
- Pecten benedictus*, Lamk.
- *Labnæ*, Mayer.
- Limopsis* sp.
- Isocardia cor*, Lin.
- Mytilus Sanctensis*, Alm. et Bof.

y sobre todo con *Pleuronectia cristata*, Bronn.; lo que acusa, junto con el depósito margoso, un régimen de aguas tranquilas, gracias al cual conchas tan delicadas han podido conservarse perfectamente.

En este depósito margoso amarillo sólo se encuentran, como sucede siempre en sus análogos, moldes internos, salvo para las *Ostreas* y los *Pecten*, cuya concha se conserva sin alteración, fenómeno general y explicable por la composición ó la estructura especial de las mismas conchas.

En la parte superior del depósito hay un lecho delgado formado de caliza concrecionada nodulosa y blanquecina, sobre el que hay una capa de travertino de 0'10 á 0'30 de espesor, y sigue el *lehm* arcilloso-calizo rojo que cubre la llanura y las vertientes N., O. y S., de la inmediata colina de Montjuich.

Al llegar al pie de esta colina se puede deducir fácilmente que en época no muy remota estaba rodeada por el mar plioceno y formando un islote, como hoy día sucede también en el Mediterráneo con la colina de Cete, apenas separada de la llanura.

Siguiendo desde Sans por la carretera del puerto que corre á lo largo de la vertiente O. del Montjuich con dirección al Cementerio nuevo ó del SO., comprobando lo dicho por la mayor parte de los geólogos que han visitado la ciudad, y principalmente por Toschi, La Marmora, Janer, Llobet, y sobre todo por Vezian<sup>(1)</sup>, Carez<sup>(2)</sup>, Maureta y Thos<sup>(3)</sup>, que últimamente han estudiado con de-

(1) Vezian, *Du terrain postpyrénéen des environs de Barcelona*, pág. 39.

(2) Carez, *Etude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*, pág. 264.

(3) Maureta y Thos, *Descripción geológica de la provincia de Barcelona*, pág. 383 y siguientes.

talle la constitución geognóstica y edad geológica de la comarca.

Cerca del Cementerio se pueden ver en las grandes canteras, actualmente en explotación, los bancos inferiores de la arenisca que más ó menos compacta constituye toda la montaña, estando generalmente acompañada por algo de limonita.

En la ladera del SO. hay un buen corte del terreno que permite reconocer la serie de hiladas siguiente de abajo arriba:

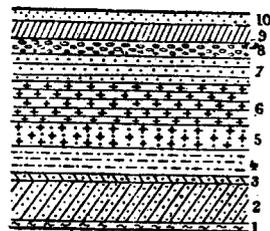


Fig. 2. --Corte de la escarpa SO. de Montjuich.

10, Cuaternario; 9, Arenisca; 8, Margas blancas con *Pect. galloprovincialis*; 7, Conglomerados; 6, Capa con *Turr. bicarinata*; 5, Capa con *Proto-rotifera*; 4, Capa con *Ostr. crassissima*; 3, Lecho de arcilla azul; 2, Banco de arenisca dura; 1, Arenas inferiores.

1.º Lecho de arenas arcillosas amarillentas con pocos fósiles.

2.º Banco de arenisca dura, blanquecina ó verdosa, cuando tiene algo de silicato de hierro. Su espesor total es de 15 metros y dentro de la masa cuarzosa hay algunas guijas y pocos fósiles; *Proto-rotifera*, Lamk.

3.º Lecho de arcilla azul esméctica con *Scaloria tenuicostata*, *Pecten vindascinus*, *Echinides* piritoso. Contiene pequeños cristales cúbicos de pirita de hierro. Su espesor no pasa de 1<sup>m</sup> 80.

4.º Capa margo-arenosa gris ó amarillenta con concreciones silíceas de limonita. Es de color violeta en la base y encierra *Ostrea crassissima*, *O. gingensis*, *O. fimbriata*, etc. Los derrumbes impiden apreciar su espesor.

5.º Capa arenosa ferruginosa con algo de grava, muy fosilífera, con profusión de *Protorotifera*, que forma allí bancos. Esta especie se encuentra en todos los niveles de la colina. Las otras especies más comunes son:

*Conus Mercati*, Brocc.

*Ostrea fimbriata*, Grat.

*Venus umbonaria*, Lamk.

*Tellina planata*, Linn.

*Pecten Gentoni*, Font.

*Pectunculus pilosus*, Lin. var.

*Proto cathedralis*, Brong.

*Cardita Jouanneti*, Bast.

6.º Capa más arenosa que la anterior, con guijas sueltas y de color amarillento que se hace margosa en algunos puntos, sobre todo hacia el O.; muy fosilífera.

La *Protorotifera* es menos común que en la capa anterior, pero abunda la *Turritella bicarinata*, Eithw., y otras especies, principalmente:

*Mesalia Cabrierensis*, Fisch.

*Terebra fuscata*, Brocc.

*Dentalium Michelotti*, Hörn.

*Pecten Gentoni*, Font.

— *galloprovincialis*, Math.

*Ostrea fimbriata*, Grat.

*Anomya ephippium*, Lin.

7.º Conglomerado poligénico compuesto de cantos de granito, pórfido, cuarzo lúcido, pizarras maclifera, micéa, arcillosa, etc.

Hay algunos lechos de arenisca intercalados, y en la base se encuentran:

*Dentalium Michelotti*, Hörn.

*Turritella (Proto) cathedralis*, Brong.

*Ostrea fimbriata*, Grat.

*Anomya ephippium*, Lin.

8.º Margas blanquecinas con *Pecten galloprovincialis*, Math., é impresiones de plantas: *Quercus*, *Juglans*, *Diospyros*, etc.

9.º Areniscas silíceas con *Protorotifera* y almendrones. Es el depósito más superior que se encuentra en la colina y llega hasta la cima.

10. Manto de *lehm* cuaternario, arcilloso, noduloso, que se extiende sobre todo por la pendiente NO., donde tiene más espesor.

Es necesario observar dos cosas: 1.ª, que todas las capas son concordantes entre si, y, por consiguiente, que la misma serie de capas se encuentra en la vertiente de Miramar (antiguamente Vista Alegre); 2.º, que en esta vertiente de Miramar, gracias al pequeño pliegue sinclinal que allí se encuentra, la serie visible empieza con una capa margosa con *Turritella Turris* (A, fig. 2), y sobre esta capa hay capas arenosas y gravas con *Protorotifera*, *Ostrea fimbriata*, etc. Es, pues, presumible que por el SO. la hilada con *Turritella Turris* queda oculta por los aluviones del delta de Llobregat, ya que el hundimiento de las capas hacia el SO. no se altera.

He aquí la lista de las especies fósiles encontradas en las capas de la colina de Montjuich. Todos los ejemplares presentan un tinte ferruginoso típico producido por la limonita, y la mayor parte, sobre todo las especies de grandes dimensiones, están espatizadas, y mientras de otros sólo se conservan los moldes vaciados.

#### Vertebrados.

*Sus major*, Gerv.

*Odontaspis cuspidata*, Agass. (*denticulata* Hoppe).

#### Crustáceos.

*Balanus* sp.

#### Moluscos.

*Strombus Almeræ*, Crosse.

*Pereiroæ Gervaisi*, Vezian.

*Murex torularius*, Lam., var. *Montjovicus*, Alm. y Bof.

— *aquitanicus*, Grat.

— *striæformis*, Mich.

— *austriacus*, Hörn. y Auing.

— *polymorphus*, Brocc., var. *Barcinonensis*, Alm. y Bof.

— *sublavatus*, Bast., var. *Grundensis*, Hörn. y Auing.

*Triton olearius*, Lin., var. A. Bell.

— *gibbus*, Alm. y Bof.

*Fasciolaria Tarbelliana*, Grat.

— *fimbriata*, Brocc.

— *Linchi*, Bast.

*Cancellaria Westiana*, Grat.

— *Barjonæ*, da Costa.

— *spinifera*, Grat.

— *gradata*, Horn., var. *Masferreri*, Alm. y Bof.

— *subcancellata*, d'Orb.

— *inermis*, Pusch.

*Pyrgula cornuta*, Agass.

— *Lainei*, Bast.

— *permagna*, A. y B. (sp. inéd.)

— *rusticula*, Bast.

— *condita*, Brgt.

*Fusus Almeræ*, Tourn.

— *Valenciennesi*, Grat.

— *inæquistriatus*, Bell.?

— *crassicostatus*, Bell.

— *inflatus*, Brocc.

*Terebra fuscata*, Brocc.

— *modesta*, DeFrance.

— *Höchstetteri*, Horn. y Auing.

*Plicaria*, Bast.

*Buccinum Agathense*, Bell.

— *semistriatum*, Brocc.?

— *incrassatum*, Mull., var. *minor*.

— *pulchrum*, D'Ancona.

— *Brugadinum*, Grat.

*Cassidaria echinophora*, Lamk.

*Cassis mamillaris*, Grat.

— *saburon*, Lamk.

— *sulcosa*, Lamk.

*Oliva clavula*, Lamk.

— sp.

*Ancillaria glandiformis*, Lamk.

*Conus betulinoides*, Lamk.

— *Aldrovandi*, Brocc.

— *Berghausi*, Mich.

— *fusco-cingulatus*, Brocc.

— *Mercati*, Brocc.

— *clavatus*, Lamk.

— *ponderosus*, Brocc.

- Conus Noë*, Brocc.  
 — *subraristriatus*, da Costa.  
 — *Sharpeanus*, da Costa.  
 — *Eschevegi*, da Costa.  
 — *Broteri*, da Costa.  
 — *ventricosus*, Bronn.  
 — *Haveri*, Partsch.  
 — *Puschi*, Mich.  
 — *canaliculatus* autorum.  
*Pleurotoma cataphracta*, var. A. Bell.  
 — *ramosa*, Bast.  
 — *sejungenda*, Bell.  
 — *asperulata*, Lamk.  
 — *calcarata*, Grat.  
 — *Jouanneti*, Desmoul.  
 — *pretiosa*, Bell.  
 — *carinifera*, Grat.  
*Mitra incognita*, Bast.  
 — *striatula*, Brocc.?  
*Cipræ pyrum*, Gmelin.  
 — *amygdalum*, Brocc.  
 — *sanguinolenta*, Gmel.  
 — *Duclosiana*, Bast.  
*Natica millepunctata*, Lamk.  
 — *redempta*, Micht.  
 — *Josephinia Risso*, (= olla).  
*Turbonilla costellata*, Gart.  
*Cerithium Klipsteini*, Micht.  
 — *pictum*, Bast.  
 — *bidentatum*, Grat. (= Duboisi).  
*Melanopsis Martiniana*, Feruss.?  
*Neritodonta aff sulcosa*, Grat.  
*Turritella cathedralis*, Brgt.  
 — *gradata*, Menke.  
 — *(Proto) rotifera*, Lamk.  
 — *bicarinata*, Eichw.  
 — *turris*, Bast.  
 — *(Mesalia) Cabriereensis*, Fisch. et Tourn.  
*Vermetus arenarius*, Liu.

- Scalaria pseudoscalaris*, Brocc.  
 — *tenuicostata*, Micht.  
 — *subspinosa*, Grat.  
 — *clathratula*, Turton.  
*Solarium gr. simplex*, Bronn.  
*Phorus cumulans*, Desh.  
*Turbo tuberculatus*, de Serres.  
 — *Parkinsoni*, Bast.  
*Rotella subsuturalis*, d'Orb.  
 — sp.  
*Calyptrea ornata*, Bast.  
 — *sinensis*, Liu.  
*Patella Klipsteini*, Micht.  
 — *neglecta*, Michti?  
*Dentalium Michelotti*, Horn.  
 — *vulgare*, Liu.  
*Helix Christoli*, Math.  
*Scaphander lignarius*, Lin.  
*Ostrea digitalina*, Dub.  
 — *fimbriata*, Grat.  
 — *crassissima*, Lamk.  
 — *gingensis*, Schlot.  
*Ostrea linguatula*, Lamk.?  
 — *Delbosi*, May.  
*Anomia ephippium*, Liu.  
 — *costata*, Brocc.  
*Pecten solarium*, Lamk.  
 — *Besseri*, Andrz.  
 — *Tournali*, de Serres.  
 — *Janus*, Münst.  
 — *subleithejanus*, Alm. y Bof.  
 — *convexior*, Alm. y Bof. (gr. *P. benedictus*).  
 — *galloprovincialis*, Math.  
 — *Menkei*, Goldf.  
 — *Gentoni*, Font. <sup>(1)</sup> sub. nom. *Celestini* <sup>(2)</sup>.  
 — gr. *Gentoni*.

(1) Fontannes, *Bassin de Crest*, pág. 42.(2) Fontannes, *Bassin de Visan*, pl. III, fig. 4.

- Pecten* gr. *Labnæ*, May.  
 — *macrotus*, Goldf.  
 — *submacrotus*, Alm. y Bof.  
 — *venustus*, Goldf.  
 — gr. *callistus*, Alm. y Bof.  
 — *ventilabrum*, Goldf., var. *semilævis*, Alm. y Bof.  
 — *varius*, Lin.  
 — *variusculus*, Alm. y Bof.  
 — — var. C., Alm. y Bof.  
 — *opercularis*, Lamk.  
 — *scabriusculus*, Math.  
 — gr. *scabrellus*, Math.  
 — *pasio*, Lin.  
 — *præbollenensis*, Alm. y Bof.?  
 — gr. *Bollenensis*, Font.  
*Lima inflata*, Chemn.  
*Pinna Brocchii*, var. d'Orb.  
 — sp.  
*Mytilus* cf. *Haidingeri*, Horn.  
*Modiola*, sp.?  
*Arca Fichteli*, Desh.  
 — *diluvii*, Lamk., var.  
 — *rhodanica*, Font.  
 — (*Barbatia*)  *barbata*, Lin.  
*Pectunculus pilosus*, Lin., var.  
 — *Llobeti*, Vezian.  
*Cardium Darwini*, May.  
 — *Schmidti*, Horn.  
*Cardium discrepans*, Bast. in Horn.  
 — sp.  
*Arthemis*, sp.  
*Lucina rotundata*, Montag.  
 — *columbella*, Lamk.  
 — *miocenica*, Michlth.  
 — *Dujardini*, Desh.  
 — (*Loripes*) *leucoma*, Turton.  
*Pisidium priscum*, Eichw. in Horn.  
*Cypricardia*, sp.  
*Cardita Jouanneti*, Lamk., var. *læviplana*, Defr.

- Cardita Zelebori*, Horn.  
 — *crassicosta*, Lamk., var.  
*Venus umbonaria*, Lamk.  
 — *Arnoudi*, Fisch y Tourn.  
*Venus Dujardini*, Horn.  
 — *plicata*, Gmel.  
 — gr. *excentrica*, Agass.  
*Cytherea pedemontana*, Agass.  
 — sp.  
*Lutraria oblonga*, Lam., var. cf. *sanna*, Bast.  
 — cf. *sanna*, Bast.  
*Tellina planata*, Lin.  
 — gr. *planata*, Lin.  
 — *Stromayeri*, Hörn.  
 — *lacunosa*, Chemn.  
 — *Crassa*, Pennant, var.  
*Arcopagia*, sp.  
*Solecurtus strigillatus*, Lin.  
 — *antiquatus*, Pult.  
*Corbula gibba*, Olivi.  
 — *revoluta*, Brocc.  
*Panopæa Menardi*, Desh.  
*Thracia Sanctensis*, Alm. y Bof.  
*Cardilia?*, sp.  
*Pholadomya alpina*, Math., var.  
*Solenomya?*, sp.  
*Gastrochæna*, gr. *intermedia*, Hörn.  
*Pholas dactylus*, Lin., var.  
*Teredo Norvegica*, Spengler.  
*Clavagella bacillaris*, Desh.

## Echinoides.

- Clipeaster altus*, Lamk. (= *turritus*, Agass. in Desor).  
 — *crassicostatus*, Agass.?  
 — *intermedius*, Des Moul.?  
*Scutella subrotunda*, Lamk.?  
*Schizaster Scillæ*, Dessor?  
 — sp.  
 Moldes de tubos de Anelidos.

## Plantas.

*Typha latissima*, Brgl.  
*Cyperites*, sp.  
*Salix*, sp.  
*Populus mutabilis*, Heer.  
*Myrica salicina*, Unger.  
*Quercus præcursor*, Saporta.  
 — *elæna*, Ung.  
 — *myrtilloides*, Ung.  
 — *Charpentieri*, Heer.  
 — *Meriani*, Heer.  
 — *ilex*, Lin.  
 — — (*oblonga*), Lin.  
*Benzoin antiquum*, Heer.  
*Andromeda protogea*, Ung.?  
*Diospyros brachysepala*, A. Brgt.  
*Sapindus densifolius*, Heer.  
*Rhus Heusteri*, Heer.  
*Juglans vetusta*, Heer.  
*Xanthophyllum juglandinum*, Heer.  
*Robinia*, sp., etc.

Los restos vegetales se encuentran en la capa margo-arenosa superior acompañados de ciertas especies fósiles de moluscos costeros que se hallan también entre las capas pliocenas de la comarca.

Ciertas especies como la *Ostrea crassissima*, la *Cardita Jouanneti*, y sobre todo el conjunto de la fauna que se recoge en la colina, así como su constitución geognóstica, indican claramente que debe referirse su formación al segundo tramo mediterráneo, pues el conjunto de hiladas marinas, excepto las más bajas, pertenecen por completo al tramo tortonense, ó sea al nivel de Cabrières d'Aigues, correspondiendo la zona más inferior al nivel superior del Helveciense.

Volviendo pasos atrás del cementerio, que está construido en la vertiente SO. de la colina y á corta distancia del mar, se ven grandes derrubios en que hay muchos trozos de arenisca amontonados sobre las margas que asoman por cima de la casa de Antúnez. Las olas del mar que en otra época barrían la vertiente de la colina,

ayudadas por las acciones atmosféricas, han formado estos derrubios, que, careciendo de la cohesión que también falta en los lechos margosos y arenosos donde se apoyan, dan, cuando las lluvias son abundantes, resbalamientos del terreno hacia el mar, como el ocurrido en 1894, cuya masa enorme destrozó en su marcha los enterramientos situados en la extremidad E. del cementerio.

Volviendo á la ciudad por la carretera del litoral asentada sobre la misma roca del acantilado, se puede observar bien la constitución de la colina y la regularidad en la estratificación de sus diversas capas, gracias á una falla vertical con la cual los estratos del yacente han quedado hundidos bajo las aguas del mar, mientras que los del pendiente se han elevado formando el acantilado por donde va el camino.

También en el yacente de la misma falla hay un pliegue anticlinal cuya arista está ocupada por el fuerte del castillo, y después se ve un ligero sinclinal situado hacia el N. de la colina por debajo de Miramar, mientras que el anticlinal llega hasta la altura de 196 metros entre los deltas del Llobregat y del Besós. Por consiguiente, observando los estratos que comprende la colina se verá los que buzan á la izquierda ocultarse bajo la llanura actual del delta del Llobregat, mientras que en la derecha desaparecen bajo los aluviones del Besós en que se apoya Barcelona. Del lado del interior las capas buzan hacia el NO., yendo á pasar bajo las margas pliocenas de Sans y bajo el banco calizo con impresiones y con moldes de *Cardium edule*, etc., que se encuentra en la falda N. de la colina, mientras que por el NE. el buzamiento de las capas es pequeño, habiendo allí una alternación de capas areniscas duras y friables que se acusa por las eminencias que las primeras hacen sobre las segundas, hasta distinguirse nueve hiladas de bancos duros que forman á modo de escalones salientes. Por el NE. y SE. las capas están cortadas en acantilado, producido primero por la acción corrosiva de las olas del mar plioceno que envolvía á la colina, y después por la acción de las aguas corrientes, que, viniendo del macizo de Tibidabo, se dirigían hacia el Mediterráneo que rodeaba el Montjuich por NE. y SE.

Mirando desde la entrada del puerto el acantilado del litoral, se ve muy claramente la disposición y el buzamiento de las hiladas regularmente estratificadas (fig. 2), así como la constitución geognóstica de la montaña en su parte central, donde presenta de abajo arriba la constitución siguiente:

1.º En la base arenisca cuarzosa de grauo grueso, casi un ver-

dadero conglomerado, muy compacta en casi todos los niveles, metamorfoseada y sin líneas de estratificación; los guijarros abundan más en la zona inferior. Este depósito sabuloso aparece muy claro en medio y en la base de la montaña por debajo del castillo, en el paraje llamado el *Morrot*, donde estas areniscas formaban una eminencia que ha sido desmontada para construir la carretera, y sus hiladas son quizás lo más antiguo de la colina, cuya base desaparece en el mar mientras que su parte superior está á unos 30 metros por encima. Al NE., más allá de Miramar, aparecen las capas margosas con *Turritella turris*, que corresponde á la base del tramo y son evidentemente *helvecenses*.

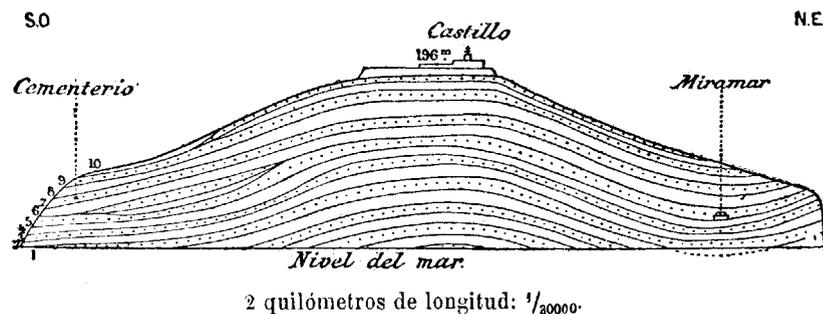


Fig. 3.—Acantilado litoral de la colina de Montjuich.

10, cuaternario; 9, arenisca silicea; 8, margas blancas; 7, depósito de aglomerados; 6, capa con *Turr. bicarinata*; 5, capa con *Protorotifera*; 4, capa con *Ost. crassissima*; 3, lecho de arcilla azul; 2, banco de arenisca dura; 1, arenas inferiores; a, capa con *Turr. turris*.

2.º Encima se presenta una serie de bancos de areniscas duras, alternando en ocasiones con lechos de arenas arcillosas, amarillentas, grises ó violadas y con margas y arcillas azules ó amarillentas que forman casi toda la masa de la montaña.

Una segunda serie de capas arcuosas con algunos guijarros entre su masa corona la colina y es lo más esencial de la constitución del Montjuich, pues estas areniscas son las que se utilizan como piedra de construcción en Barcelona.

Se presentan en bancos de espesor variable entre 4 y 5 metros, siendo aún más gruesa la capa inferior. Estos bancos están atravesados por muchas grietas verticales, de las que algunas están llenas

por carbonato de cal cristalizado, laminillas de yeso, filoncillos de galena y de barita, cristales de pirita de hierro y de azufre amorfo, etc.

Ha de observarse que en todas las hiladas del medio de la montaña se nota una acción metamorfoseadora muy intensa que ha transformado en algunos sitios la arenisca en ptanitas y aun en jaspe perfectamente caracterizado, y aún se encuentran á veces nódulos de cuarzo, ágata y de calcedonia.

El metamorfismo ha alterado también la regularidad de la estratificación de las capas, borrándola en algunos puntos y observándose contraste muy sensible entre la parte donde las capas están metamorfoseadas y donde no lo están.

El metamorfismo ha producido también el agrietamiento de la roca en sentido perpendicular al de la estratificación por consecuencia de verdaderas contracciones que se notan, aunque con menos intensidad, tanto en el lado NE. (Miramar) como en el SO. (Cementerio).

JAIME ALMERA.

Septiembre de 1898.

## III

## DE OLESA A LA PUDA Y MONTSERRAT

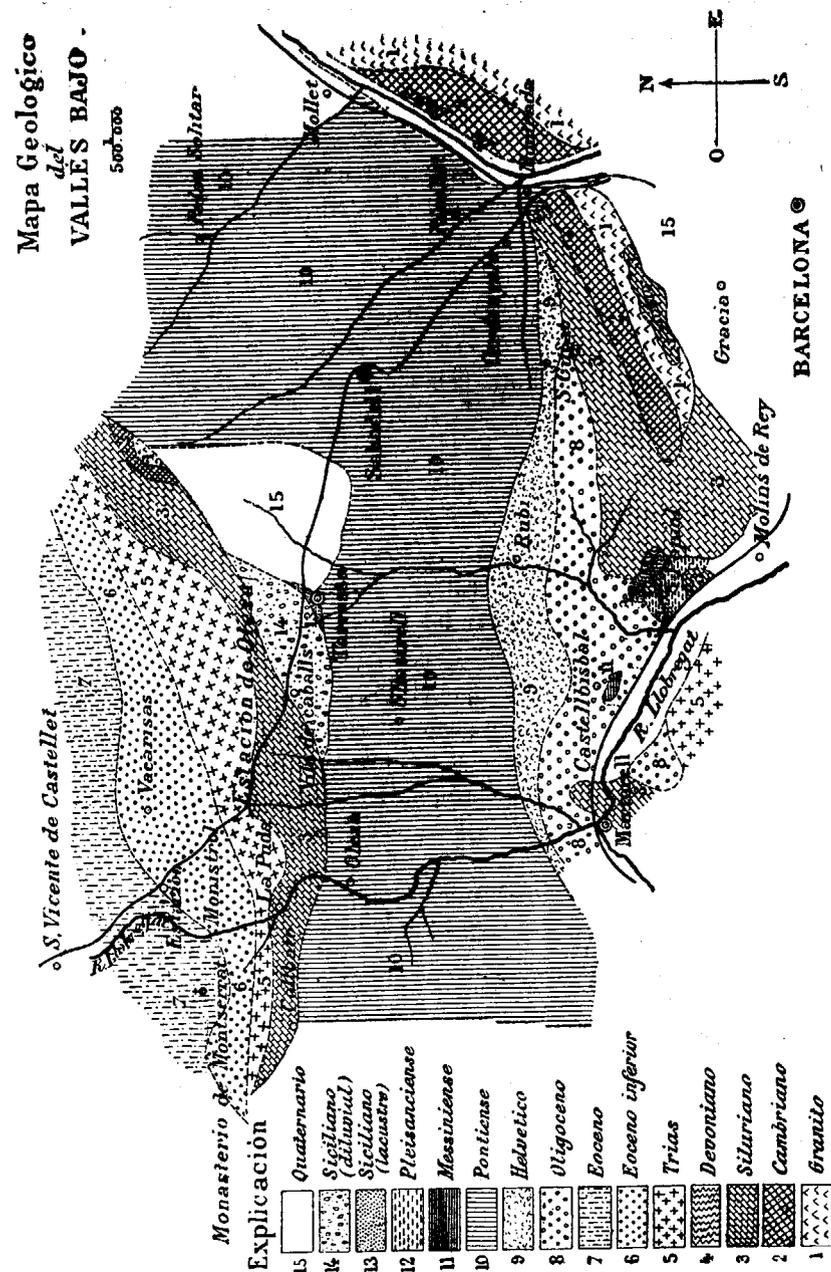
Saliendo de Barcelona por la línea del N. hasta la estación de Olesa, la línea atraviesa primero la llanura cuaternaria de Barcelona, siguiendo la orilla derecha del delta del Besós y después cruza la cadena del Tibidabo por Moncada, viéndose el granito descompuesto en San Andrés de Palomar, las pizarras cristalinas maclíferas que envuelven al granito formando la aureola metamorfoseada, y por encima las pizarras con sericita atravesadas por filones de pórfido cuarífero. Después de haber franqueado el puerto de Moncada se entra en la cuenca del Vallés, constituida por el *pontiense* continental, cubierto en gran parte, desde Sardañola, por el *them* cuaternario; las mismas capas siguen hasta Sabadell, donde se han descubierto osamentas de *Hipparion Gracile*, Kraup, así como de *Mastodon longirostris*, Cuv., en Tarrasa. Desde esta estación se reconoce por su coloración amarilla el *them* de *Hippopotamus major*, Cuv., que en los ribazos del barranco de San Pere descansa sobre el *pontiense* y queda á su vez cubierto por aluviones modernos. Poco más allá se ve el mismo horizonte con facies torrencial apoyarse en las pizarras paleozóicas de Villa de Caballs, las mismas sobre que también está construida la estación de Olesa.

Son estas pizarras paleozóicas arcillosas, duras, de color gris ó violeta, muy plegadas y atravesadas por muchos filones de cuarzo blanco. La ausencia de fósiles no permite fijar la edad de estas pizarras de una manera cierta: ¿serán devonianas?

A los Sres. Thós y Maureta <sup>(1)</sup> ocurrió ya esta dificultad, que aún continúa, para unas rocas que en el fondo del barranco de San Jaume, cerca de allí, se presentan con color azul, descompuestas, derrubias y con la apariencia de arcillas terciarias.

A pocos metros de la estación, subiendo por la vía, se encuentra el triás con discordancia de estratificación sobre las pizarras y pre-

(1) Ob. cit., pág. 234.



sentando igual composición que en todo el litoral hacia Palleja, Vegas y Vallirana.

Algunas veces las capas están levantadas y aun invertidas, lo que facilita el estudio de toda la formación.

En la base, sobre las pizarras, hay un conglomerado blanquecino de elementos cuarzosos, que en bancos muy levantados forma una especie de crestón donde se apoya el estribo SE. del puente ó viaducto del ferrocarril.

Encima y en estratificación concordante se presenta una arenisca roja micácea, tránsito en la parte superior á una psamita igualmente roja, y en estas capas está excavado el barranco de San Jaume, de unos 120 metros de anchura, estando la ermita de San Pere Sacama edificada en lo alto de la collada, al otro lado del barranco, sobre estas mismas rocas del grupo de la arenisca abigarrada, encima de las cuales, y siempre en concordancia, viene la caliza del Muschelkalk en capas muy levantadas ó ligeramente invertidas ó plegadas, sobre las que se apoya el estribo NO. del viaducto.

En la cañera abierta á la entrada del túnel se ven con claridad los fuertes pliegues que forman las rocas calizas, mientras que á la salida los bancos calcáreos y margosos reposan regularmente unos sobre otros, sin otra alteración que el fuerte buzamiento común. Estas calizas son amarillentas en su parte inferior, al cual nivel se encuentran los *Ceratites Natica*, *Chemnitzia*, etc., descubiertos por el Sr. Bofill (1), y encima de esta hilada, que tiene poco espesor, descansa la caliza dura grumosa, de color gris, con *Mentzelia Menzeli*. El túnel atraviesa todas estas capas casi normalmente, y su espesor es de unos 50 metros, menor, por consiguiente, que el de las areniscas rojas.

Elevándose verticalmente por el otro lado del barranco forman las calizas el Puig Ventós que resalta entre las areniscas rojas inferiores y las hiladas de las areniscas superiores, rojas también, y yesíferas en la comarca, aunque no en este paraje. Estas areniscas superiores son arcillosas, de grano generalmente más fino que las abigarradas, con manchas verdosas en algunos sitios, muy pobres en mica y en lechos concordantes con las hiladas regulares del Muschelkalk. Su espesor es casi el mismo que el de éste.

(1) Véase la nota del Sr. Bofill acerca del triás y el garunense de la estación de Olesa (Barcelona), y acerca de la presencia de *Ceratites* en estas capas triásicas.

Después, siempre en concordancia de estratificación y muy levantada, viene otra hilada de caliza compacta gris, dividida en lechos delgados, sin *Ceratites*, pero con *Fucoides*. Esta caliza es á veces dolomítica, tiene más potencia que el Muschelkalk y sobresale entre las areniscas arcillosas y yesíferas y las carniolas poco resistentes y descompuestas que la siguen. Estas últimas rocas representan el horizonte superior del triás Keuperiano.

Sobre estas carniolas amarillas ó blanquecinas reposa en discordancia y buzando primero fuertemente hacia el N. la base del garunense lacustre? que empieza por hiladas brechíferas alternantes con otras areniscas rojizas y como concrecionadas. Las brechas se han formado á expensas de las calizas del triás, y se encuentra en estas capas el *Bulimus Gerundensis*, Vidal, que tanto se asemeja al *Bulimus Hopei*, Serres.

Via adelante desaparecen las brechas y las sustituye una arenisca roja más clara que la del triás con lechos de guijarros casi todos calizos, al mismo tiempo que el buzamiento hacia el N. disminuye rápidamente.

Estas areniscas rojas continúan hasta la estación de Monistrol, ó sea en una banda de 10 kilómetros de ancho y que longitudinalmente atraviesa toda la provincia, apoyándose en discordancia sobre las hiladas con *Bulimus Gerundensis*, teniendo escaso buzamiento hacia el N., que poco á poco pierden para quedar horizontales. Conservan siempre igual disposición y la misma composición, y no encierran, por lo menos en lo que nosotros conocemos, más que algunos vaciados de *Fucoides* (?) indeterminables.

Saliendo de la estación de Olesa, camino de la Puda, se descubre un depósito torrencial de escasa importancia, adosado contra las pizarras paleozóicas de la estación que asoman perfectamente en el barranco de San Jaume, cruzado por el ferrocarril, y siguen en un trayecto de cerca de 5 kilómetros, donde se ven los pliegues y cambios de buzamiento de las mismas pizarras, ocultas en algunos sitios, bien por el siciliense torrencial, bien por el cuaternario, que en esta región constituye á modo de un manto general que oculta las formaciones más antiguas.

Un poco antes de llegar á la casilla de peones camineros se encuentra el pontiense continental, que ocupa, como ya hemos dicho, casi toda la extensión del Vallés y del Panadés, y está constituido por hiladas arcillosas y arenosas intercaladas en bancos de guijarros, más

ó menos fuertemente cimentados, y buzando en general hacia la llanura, como se observa en las trincheras hechas para dar paso á la carretera. Este depósito se extiende hasta más allá de la población de Olesa, asentada sobre él.

Al salir del pueblo se puede apreciar el enorme espesor del *pontiense*, sobre el cual está construida la villa de Esparraguera á lo largo de la orilla izquierda del Llobregat, y después de cruzar un asomo cuaternario que cubre las pizarras paleozóicas cortadas por el río, quedan éstas al descubierto poco más arriba, siempre muy plegadas, resquebrajadas con textura diabásica ó arenosa y atravesadas por muchos filoncillos de cuarzo blanco, y á veces de brecha tobácea. Cada vez más hojosas y plegadas en todos sentidos, hasta que más allá de la Casa Blanca los pliegues simulan cuerpos cilíndricos, y muy cerca del establecimiento, casi en contacto con las pudingas del triás, están atravesadas por filones de pórfido cuarcífero con magnetita que actúa claramente sobre la aguja imantada.

En el fondo del barranco de San Salvador, que pasa por el pie del establecimiento de los baños de la Puda para afluir al Llobregat, se ven muy inclinados los bancos de pudinga cuarzosa de la base del triás, y éstos forman parte de la banda que asoma en la estación de Olesa y que limita la masa pizarreña.

El establecimiento de los baños está edificado en la orilla del río, y en sus sótanos pueden verse los manantiales sulfurosos que brotan, ó de las calizas superiores del triás, ó de entre las calizas y las margas yesíferas que se apoyan sobre aquéllas.

Estos manantiales son muy sulfurosos, como lo indica el fuerte olor de ácido sulfhídrico que se percibe en todo el establecimiento y sus alrededores, y hay tres fuentes que dan un gasto total de 656 litros por segundo: datando su aparición, según se asegura, de la fecha del temblor de tierra de Lisboa en 1775.

He aquí la composición de un litro de agua según el análisis hecho por el profesor Monner:

|                   |                              |                  |
|-------------------|------------------------------|------------------|
| Gases.....        | { Nitrógeno.....             | 21'35 cent. cúb. |
|                   | { Acido carbónico libre..... | 122'58 — —       |
| Principios fijos. | { Sulfuro sódico.....        | 0'045 gramos.    |
|                   | { Silicato sódico.....       | 0'041 —          |
|                   | { Cloruro magnésico.....     | 0'052 —          |
|                   | Suma y sigue.....            | 0'156 —          |

|                   |                                                                                            |                  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                   | Suma anterior.....                                                                         | 0'156 gramos.    |
| Principios fijos. | { Cloruro cálcico.....                                                                     | 0'346 —          |
|                   | { Cloruro sódico.....                                                                      | 1'025 —          |
|                   | { Sulfato cálcico.....                                                                     | 1'100 —          |
|                   | { Sulfato sódico.....                                                                      | 0'435 —          |
|                   | { Bicarbonato cálcico.....                                                                 | 0'210 —          |
|                   | { Bicarbonato magnésico.....                                                               | 0'055 —          |
|                   | { Alúmina.....                                                                             | 0'011 —          |
|                   | { Oxido férrico.....                                                                       | 0'004 —          |
|                   | { Materias orgánicas nitrogenadas.<br>Indicios de bromuros, ioduros y<br>ácido bórico..... | 0'026 —<br>— » — |
|                   | Total.....                                                                                 | 2'526 gramos.    |

Es el agua mineral más rica en sulfuro sódico que se conoce después de la de Bagnères de Luchon.

En los baños, la pudinga de la base del triás, poco desarrollada, descansa, como en la estación de Olesa, sobre las pizarras silurianas que aquí son más finas y sin filones de cuarzo, y las calizas del Muschelkalk no existen, aunque poco más arriba se observan algunos isleos de poca extensión.

Cruzando el río por el puente del establecimiento á la izquierda se ven grandes masas de calizas travertínicas y pudingas del *pontiense* que constituyen en este sitio el acantilado del río con más de 50 metros de alto, y estas rocas, algo fosilíferas, descansan parcialmente sobre las formaciones triásicas invertidas que asoman en el lecho del río.

En el trayecto de un quilómetro que hay desde la Puda á la masía del Cairat, siguiendo la orilla derecha del Llobregat, se pueden observar las grandes dislocaciones de las capas; pero se necesita algún tiempo para estudiar la sucesión de las diversas hiladas que aparecen en este desfiladero del río, siendo difícil, ó quizá imposible, desembrollar la estratigrafía sin recorrer toda la vertiente desde el río hasta el camino de Esparraguera, desde donde se distingue claramente la disposición de las capas triásicas; así como cruzando el puente y volviendo á la orilla izquierda del río puede darse cuenta de la relación anormal de las capas del pretendido garunense con las del mismo triás.

Según el Sr. Carez, «las capas rojas que se observan cerca del puente son garuenses, y una falla ha hecho caer al Muschelkalk, ó mejor el Keuper, sobre el garunense.»

Siguiendo el camino de la Puda al Cairat se atraviesa la serie siguiente (fig. 5):

1.º Calizas triásicas (5) con fuerte buzamiento al NO. y con *Fucoides*, sobre las que se apoya el puente.

2.º Capas rojas (6), arcillosas, de textura granuda y con nódulos margosos blancos, á veces bastante abundantes para que los bancos tomen color amarillento, que alterna con el de otros rojos que son los predominantes. Estas capas parecen terciarias y franquean el río asomando en la orilla opuesta en idéntica disposición, buzando de 15 á 20º hacia el N. y quedando cubiertas en parte por las calizas triásicas con *Fucoides* caídas sobre ellas, como resultado del pliegue anticlinal abierto (y).

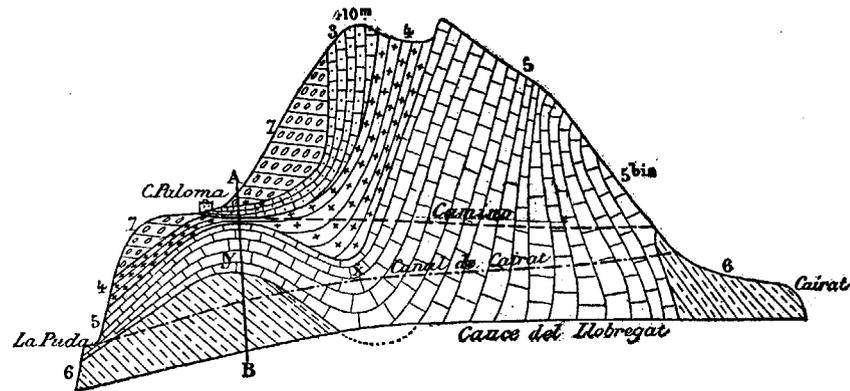


Fig. 5.—Disposición de las capas en el cauce del río Llobregat entre la Puda y el Cairat.

Escala: longitudes, 1 : 40000; alturas libres.

3, calizas del Muschelkalk; 4, arenisca arcillosa, roja, yesífera del Keuper; 5, bancos calizos con *Fucoides*; 5 bis, calizas dolomíticas; 6, capas arcillosas eocenas; 7, *pontiense* continental; y, anticlinal; x, sinclinal.

5.º Las calizas con *Fucoides* (5) vuelven á aparecer, así como las margas calizas con restos de vegetales que buzau fuertemente hacia el S. y que forman el otro lado del anticlinal para producir después un sinclinal (x), levantándose y originando sobre la falda de la montaña un saliente que sube desde el lecho del río hasta la cima de la montaña que domina la orilla derecha.

4.º Después viene una serie de calizas compactas y de calizas

margosas (5) en lechos de estratificación irregular, y algunas veces débil é irregularmente plegadas como si hubiesen sufrido fuertes compresiones laterales.

5.º Calizas margosas (5 bis) en bancos bastante irregulares y algo plegados que buzau 70º hacia el N.

6.º Capas arcillosas (6) de textura granuda y brechas, con *Bulmus Gerundensis*, Vidal, poco discordantes con las capas anteriores. Pertenecen á la base del eoceno.

En el lecho del río se encuentra la misma serie: calizas con *Fucoides* triásicas, capas rojizas arcillosas, calizas triásicas y rocas del eoceno.

A causa del codo del río, en tanto que las capas que afloran cerca del puente se presentan cortadas normalmente, las que se encuentran más arriba se han derrubiado por la corriente según los planos de estratificación, y así se explica que haya en el valle una cresta de caliza triásica por debajo de la cual pasa el agua. Además se observa en este punto que las capas calizas que atraviesan el río suben poco por la vertiente opuesta y quedan cubiertas por los bancos arcillosos y pudingiformes del eoceno; pero á nivel algo más elevado, en el camino de Esparraguera á Monistrol, que corre á unos 90 metros por encima del cauce del Llobregat, se observa la serie de capas siguiente:

1.º Depósito arcillo-arenoso ó travertino en aluviones con abundantes elementos rodados (7). Es el *pontiense* que cubre las pizarras paleozóicas.

2.º Caliza compacta y dolomítica (3) en bancos de más de 1<sup>m</sup>,50 de espesor, ó en capas más delgadas (Muschelkalk), que buzau primero al S. y después al N. Este horizonte, como hemos dicho antes, no existe al nivel de la vaguada del Llobregat, desde donde la caliza sube hasta una altura de 410 metros y continúa al O. hasta las inmediaciones de Collbató, estando en contacto, á consecuencia de una falla, con el paleozóico, y encierra restos de *Gyroporelles*, y en la parte superior nódulos silíceos.

5.º Arcillas areníferas rojas (4) con lastrones de caliza margosa y de yeso, todo concordante con las calizas anteriores (potencia, 40 metros).

4.º Calizas compactas con *Fucoides* (5) en lechos de poco espesor, con estratificación regular, haciendo un lomo en el acantilado y un crestón en la cima. Están muy levantadas y aun invertidas hacia

el N., por donde sigue una serie de capas calizas irregularmente estratificadas (60 metros).

5.º Capas calizas (5 bis) poco plegadas y buzando siempre hacia el N. (55 á 60º). La hilada 5, y quizás las 4 y 5, deben corresponder al Keuper.

6.º Arcillas nodulosas primero y después brechiformes (eoceno 6), que buzan fuertemente hacia el N., aunque se presentan casi concordantes con las últimas capas calizas (5 bis).

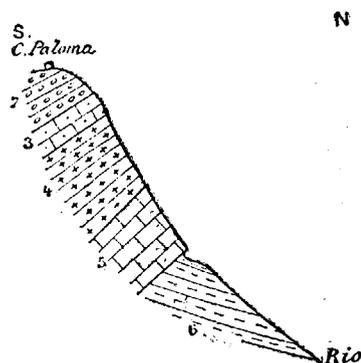


Fig. 6.—Corte de la vertiente derecha al río Llobregat, según la línea AB de la figura anterior.

Longitud, 180 metros; altura, 400 metros.

3, caliza del Muschelkalk; 4, areniscas arcillosas yesíferas; 5, calizas con *Fucoides*; 6, bancos arcillosos del eoceno; 7, pontiense.

Las relaciones anormales que muestra este corte, ya de las areniscas arcillosas yesíferas con las calizas del Muschelkalk que se apoya en ellas, ya de la caliza de *Fucoides* que aparece como inferior, prueban claramente la inversión de las capas en este paraje, y la posición del eoceno con relación al trias lo confirma. Se trata, pues, de un gran accidente estratigráfico originado probablemente por una falla con que se puso primeramente el eoceno en contacto anormal con el trias, según se observa cerca de la estación de Olesa, y después se ha verificado la inversión de las capas triásicas al propio tiempo empujadas del lado del paleozóico, con lo que ha quedado cabalgando el Keuper sobre el eoceno.

Por estos datos resulta que las arcillas yesíferas (4) que afloran cerca del establecimiento, apoyándose en la caliza de *Fucoides* (5), no son las mismas que afloran en la orilla derecha encima de Esparraguera, pues se opone á ello el anticlinal calizo intermedio y que nunca ha estado cubierto por aquellas rocas.

El Muschelkalk y la arenisca abigarrada parecen haber desaparecido con el laminado de la masa en el intervalo que separa aquí las dos orillas del Llobregat.

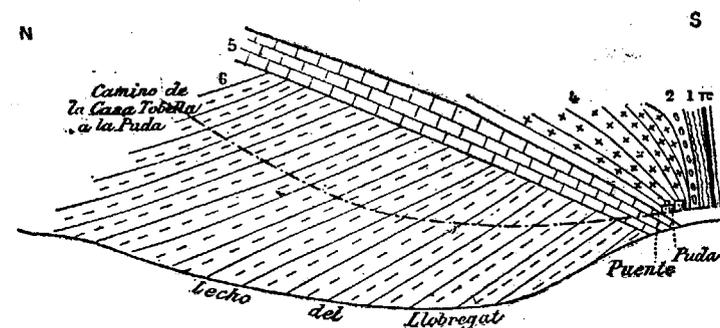


Fig. 7.—Corte de la vertiente izquierda al Llobregat en la Puda.

Longitud, 300 metros.

π, pórfido; 1, pizarras paleozóicas (devoniano?); 2, pudinga de la base del trias; 4, arenisca arcillosa roja yesífera; 5, bancos invertidos de caliza con *Fucoides*; 6, capas arcillosas con guijarros del eoceno.

La arcilla con yeso y la caliza con *Fucoides* han sido también estiradas y laminadas al mismo tiempo que caían y se plegaban sobre el eoceno, y á este accidente dinámico ha de atribuirse el distinto espesor á uno y otro lado del centro del hundimiento.

Sobre la orilla izquierda se ve claramente la inversión de las capas y la posición de la caliza de *Fucoides* sobre el garunense; y á 10 metros al N. del establecimiento la caliza triásica sobre la cual descansa el puente es superior á los depósitos del eoceno, constituidos por arcillas bastas, rojizas, alternando con otras arcillas psamíticas, con cantos calizos la mayor parte. Sobre la caliza reposa la arcilla arenífera con yeso. A este fenómeno dinámico debe atribuirse la enorme presión ejercida sobre una parte de las capas calizas levantán-

dolas y plegándolas, así como el hundimiento que ha aprovechado el Llobregat para hacer pasar sus aguas.

Siguiendo la orilla derecha del río, antes de llegar á la cascada denominada el Cairat, hemos encontrado, después de la caliza del Keuper, capas arcillosas brechíferas muy levantadas, de la base del eoceno, con *Bulimus Gerundensis*, Vidal; más adelante se ponen verticales y después buzan al NO. Corresponden estas capas á las que hemos visto ya en la estación de Olesa en contacto con el triás. Más allá, sobre las arcillas, descansa en discordancia una serie de capas rojas, arcillosas, abigarradas, psamíticas, con lechos de guijarros; buzan ligeramente hacia el N. y van á ocultarse bajo las pudingas de Montserrat que se apoyan sobre ellas en concordancia de estratificación.

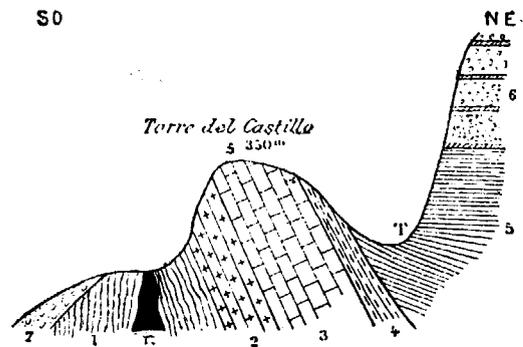


Fig. 8.—Corte tomado entre Collbató y Montserrat.

Longitud, 2500 metros.

1, pizarras paleozóicas; 2, arenisca roja yesífera; 3, caliza de *Fucoides* en lechos (nivel con *Natica gregaria*); 4, capas arcillosas eocenas?; 6, Pudinga del Montserrat; 7, aluvión pontiense; P, pórfido cuarcífero; T, barranco de La Salut.

En el fondo del barranco de La Salut, viniendo del pueblo del Collbató, observamos la correspondencia entre estas capas con las pudingas de la alta montaña de enfrente, y después seguimos por la orilla derecha el desfiladero abierto por el río en las capas eocenas inferiores y medias.

Este desfiladero, de 10 kilómetros de longitud, no atraviesa más que sedimentos fluvio-lacustres, siempre muy regularmente estratificados y de más de 150 metros de espesor. La serie principia por capas rojas lacustres, arcillosas y psamíticas, y continúa por una alternancia de areniscas micáceas y pudingas con ligero buzamiento al N. y sin ninguna intercalación marina hasta el pueblo de Monistrol, edificado al pie de Montserrat. Aquí es donde por vez primera aparecen los depósitos marinos, cuyas capas se acuñan en las fluvio-lacustres, contrastando desde luego por su color verdoso, que pasa á amarillo por alteración, y, por su composición sabuloso-caliza, con las capas rojizas del eoceno.

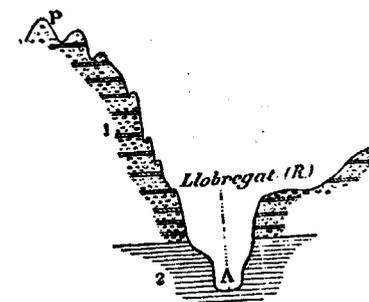


Fig. 9.—Corte transversal del río Llobregat en el Cairat.

Longitud, 445 metros.

P, pico encima de la cueva de la Virgen de Montserrat; A, lecho del Llobregat; 4, pudinga (oligoceno?); 2, arenisca roja (eoceno?).

Este depósito marino, cortado por la carretera que desde Monistrol conduce al Monasterio de Montserrat, prosigue franqueando el barranco de las Guilleumas hacia el pueblo, cruza después el Llobregat y se extiende hacia el O., donde presenta un desarrollo más considerable que al pie del Montserrat: alcanza hasta 58 metros de espesor y se observa á 15 metros por encima del nivel del río apoyándose sobre los depósitos fluvio-lacustres, cuyas capas superiores han desaparecido por denudación. Contiene restos carbonosos de plantas monocotiledóneas y una fauna completamente litoral en donde los *numulites* faltan por completo. Allí se encuentran:

- Rostellaria* cf. *multiplicata*, Bellardi.  
*Conus* vois del *turritus*, Lamk.  
*Cypræa elegans*, Def.  
 — cf. *sulcosa*, Lamk.  
 — *Natica patula*, Desh.  
 — sp.  
*Pecten plebeius*, Lamk. V. elliptica.  
 — sp.  
 — sp.  
*Spondylus*, sp.  
*Pectunculus*, sp.  
*Modiola*, sp.  
*Cytheræa* vois *lævigata*, Lamk.  
 — *nitidula*, Lamk.  
*Lucina scalaris*, Def.  
 — *concentrica*, Lamk.  
 — *callosa*, Desh.  
*Tellina sinuata*, Lamk.  
 — *tenuistria*, Desh.?  
 — *donacialis*, Lamk., var.  
*Corbula* cf. *Gallica*, Lamk.  
*Arcopagia*, sp.

Estas son las capas del eoceno marino que ocupan nivel más inferior estratigráficamente considerado; en la falda NE. del Montserrat se observa un afloramiento que penetra en cuña por entre las capas de areniscas y pudingas fluvio-lacustres que componen la montaña (1).

La misma disposición estratigráfica se observa, según el Sr. Bofill, en la vertiente N. de la montaña de San Llorens del Munt, que viene á continuación, y se halla formada por los mismos conglomerados que el Montserrat.

En el trayecto desde Monistrol hasta la estación del ferrocarril de cremallera que sube á Montserrat, se cortan siempre capas arenosas con pequeños guijarros rodados que buzan ligeramente al N. En la

(1) Los Sres. Maureta y Thós (op. cit.) han estudiado detalladamente la constitución geognóstica de esta montaña, notando ya la relación entre las capas marinas y las fluvio-lacustres.

trinchera del ferrocarril inmediata á la estación, se ve otro nivel superior formado por calizas con *Potamidos*, *Cerithes*, *Melantias*, *Cyrenas*; fauna salobre que anuncia el tránsito del régimen marino al fluvio-lacustre, durante el cual se depositaron las arcillas, areniscas y pudingas que separan el primer depósito marino de otro situado á nivel más alto. La línea férrea toca á las capas de este primer depósito; gira después al E. siguiendo por las capas inferiores; pero la carretera corta los tres niveles marinos que afloran en la vertiente N.NE. de la montaña.

En este manchón salobre se encuentra:

- Pyrula condita*, Brgt.  
 — *tricostata*, Desh.  
*Cerithium* gr. *submargaritaceum*.  
 — sp.  
*Potamides*, sp.  
*Melania* cf. *Alpina*, May.  
*Bulla parisiensis*, d'Orb.  
*Vulsella falcata*, Gold.  
*Modiola*, sp.  
*Arca*, sp.  
*Leda*, sp.  
*Nucula*, sp.  
*Cardium granulosum*, Lamk.  
 — *Obliquum*, Lamk.  
 — *Bonelli*, Bellardi.  
 — sp.  
*Pholadomya margaritacea*, d'Orb.  
 — sp.  
*Lucina*, sp.  
*Cyrena antiqua*, Ferussac.  
 — cf. *cuneiiformis*, Ferussac.  
*Venus*, sp.  
*Tellina*, sp.  
*Solen rimosus*, Bellardi.  
*Panopæa*, sp.  
*Teredo*, sp.  
*Asterias* cf. *Desmoulinsi*, d'Arch.

Se sube á la montaña, á través de las capas fluvio-lacustres; á 2500 quilómetros de la estación, en la confluencia de los barrancos de Tortugué y de Fideue, aparece la segunda zona marina fosilifera que corresponde al luteciense medio, bien caracterizado por ciertas especies de *Nummulites* y otros fósiles del mismo nivel. Estos son:

*Natica*, sp.

*Velates Schmideliana*, Chemnitz, c. (Menos frecuente que en el nivel precedente.)

*Cerithium* gr. *giganteum*, Lamk., c.

*Ostrea Multicostata*, Desh.

— *uncifera*, Leym.

*Pecten*, sp.

*Eschara* cf. *subchartaica*, d'Arch.

*Retepora*, sp.

*Echinolampas* cf. *Archiaci*.

— *Vidali*, Cott.

*Operculina granulosa*, Leym.

*Nummulites perforata*, d'Orb.

— *striata*, d'Orb.

— *Lucasana*, DeFrance.

— *laevigata*, Lamk.

Este horizonte estratigráfico se halla representado por lechos de arcilla que se deshace en fragmentos bajo la influencia de la atmósfera, y por bancos de caliza blanquecina ó gris, areniscas con guijarrillos de caliza, de lydía, de areniscas, etc. Estas últimas capas contienen abundancia de *Nummulites* y otras especies fósiles.

El espesor en conjunto de las capas marinas pasa de 60 metros.

Por encima de este nivel se observan las tres hiladas siguientes, que se distinguen muy bien en las escarpas de la ladera inmediata que corresponde á la colina de la masía de la Calsina:

1.º Una faja de arcilla arenosa rojiza en lechos delgados que concuerdan con las capas inferiores sin fósiles que forman la parte media de la ladera. Su espesor es de 40 metros.

2.º Sobre la arcilla descansa una caliza cuarcifera blanco-amarrillenta que alterna con capas margo-sabulosas con guijos. Pasa por bajo de la ermita de Santa Cecilia y penetra en cuña en la masa fluvio-lacustre sobre de la vía férrea que pasa por la masía de la

Creu. Este horizonte es muy fosilífero, y abundan en él los equinidos. Sus especies principales son las siguientes:

*Natica*, sp.

*Velates Schmideliana*, Chemnitz.

*Ostrea multicostata*, Desh.

*Pecten corneus*, Sow.

*Spondylus Roualti*, Desh.

*Chamulate costata*, Lamk., var. *minor*.

*Phalacrocydaris Gautieri*, Lambert, in litt. nov. sp.

*Leiocidaris itala*, Laube.

— *Bofilli*, Lambert, in litt. nov. sp.

*Echinopedina granulosa*, Lambert, in litt. nov. sp.

*Coptosoma cribrum*, Agassiz.

— *Pellati*, Cotteau.

*Psammechinus Hispaniæ*, Lambert, in litt. nov. sp.

*Cælopleuros coronalis*, Kleim.

*Ditremaster* (?) indet.

*Schizaster rimosus*, Agassiz?

— *Vidali*, Lambert, in litt. nov. sp.

*Montserratensis*, Lambert, in litt. nov. sp.

*Brissoides Almeræ*, Lambert, in litt. nov. sp.

*Sarsella Lorioli*, Lamb., in litt. nov. sp.

*Operculina granulosa*, Leym.?

*Nummulites Biarritzensis*, d'Arch.

— *Lucasana*, Defr.

— *laevigata*, Lamk.

— *striata*, d'Orb.

5.º Depósito arcillo-sabuloso rojizo que forma la cumbre de la colina la Calcina.

En la subida al Montserrat por el ferrocarril de cremallera puede ya formarse idea de la constitución de la montaña, puesto que la vía, en su primera mitad, corta las capas perpendicularmente al sentido de la estratificación; después, á 577 metros por cima del nivel del Llobregat, gira al E. y se cortan las capas oblicuamente.

He aquí ahora el corte de la montaña desde el cauce del Llobregat: comprende 1082 metros de altitud, correspondiendo 586 desde el Llobregat al nivel del Monasterio, y 496 desde el Monasterio

á la cima. La primera mitad del corte sigue á lo largo la trinchera del ferrocarril que va por la vertiente NE. del barranco de las Guilleumas.

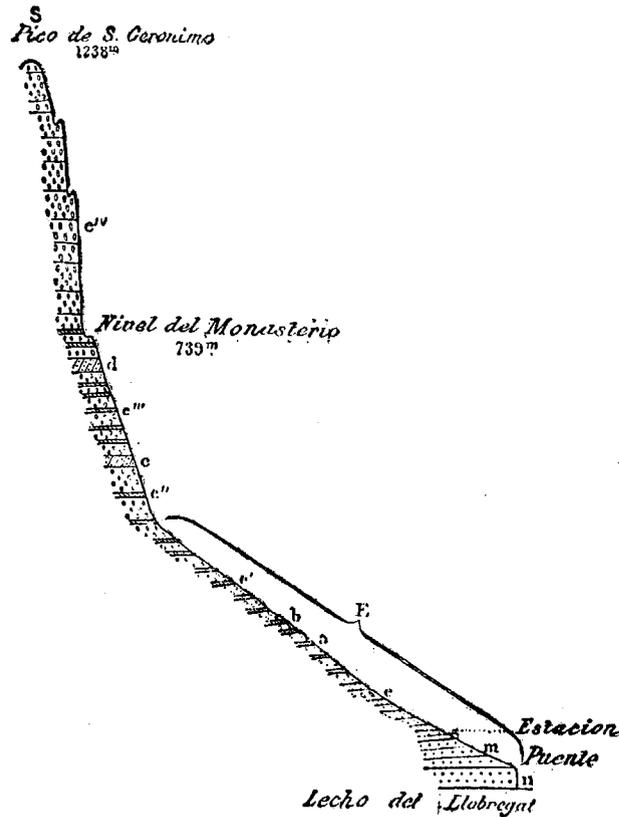


Fig. 40.—Corte de Monistrol á San Jerónimo.

Longitud, 500 metros; altura, 4082 metros.

E, sección inferior de la vía de cremallera; n, capas rojas lacustres; m, hilada marina y salobre inferior; b, hilada con anélidos; c, hilada marina media; d, hilada marina superior; e, e', e'', e''', eiv, hiladas fluvio-lacustres.

Metros.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.º—Areniscas rojas arcillosas, algunas veces abigarradas, que constituyen la base de la montaña, bien estratificadas. Se las atraviesa desde la Puda á Monistrol. El espesor total es desconocido; la parte visible aqui es de.....                                                                                                                                                        | 58          |
| 2.º—Bancos de caliza arenosa dura, azulada, de origen marino, con nódulos margosos amarillentos que contienen restos carbonosos de vegetales monocotiledóneos, fauna litoral que se hace salobre en la parte superior (m). Espesor.....                                                                                                                                                     | 52          |
| 3.º—Lechos de arcilla en número de 13, con vetillas de yeso y vaciados de <i>Fucoides</i> ; margas grumosas verdes, rojizas y de color de heces de vino, moteadas, que alternan con bancos de pudingas poligénicas de elementos pequeños en general y poco cimentados. El espesor de los lechos de arcilla y bancos de pudingas varia entre 0 <sup>m</sup> ,75 y 4 metros (e). Espesor..... | 153         |
| 4.º—Banco de arenisca blanda gris, con vaciados de anélidos (b).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3           |
| 5.º—Nuevas arcillas rojizas, moteadas y grumosas, sin yeso, con bancos de pudingas alternantes, cuyos elementos son más gruesos y más fuertemente cimentados; el espesor es mucho mayor que el de las hiladas arcillosas (e', e'').....                                                                                                                                                     | 174         |
| 6.º—Hilada marina media de areniscas grises y azuladas, con tallos pequeños y con <i>Nummulites perforata</i> , <i>N. striata</i> , etc. (c).....                                                                                                                                                                                                                                           | 26          |
| 7.º—Alternancia irregular de pudingas bien cimentadas y de lechos delgados de arcilla roja (e''').....                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 110         |
| 8.º—Hilada marina media de arenisca califera azulada y de caliza con <i>Nummulites Biatrizensis</i> , <i>Natica</i> , etc. (d). Espesor.....                                                                                                                                                                                                                                                | 40          |
| 9.º—Alternancia de capas rojas, arcilla dura, basta, con pudingas poligénicas que predominan á medida que se aproximan al pico de San Jerónimo (eiv). Espesor..                                                                                                                                                                                                                             | 526         |
| <b>Espesor total.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>1082</b> |

Como es de suponer, podrían distinguirse muchas más hiladas de capas en la falda de esta montaña, porque las alternancias de areniscas, de calizas, de arcillas y de pudingas se renuevan gran número de veces, y yo no he hecho más que agrupar las diferentes zonas de la manera que me ha parecido más racional. El señor Carez <sup>(1)</sup> ha hecho la misma observación relativa al corte de la montaña.

Antes de llegar al Monasterio se nota la preponderancia de la pudinga con cemento consistente, sobre la que se asienta el Monasterio. Presenta en general la roca un tinte agrisado, rojizo en la base; sus elementos están muy rodados, algunos alcanzan hasta 0<sup>m</sup>,45 de diámetro; pero la mayor parte no pasan de 0<sup>m</sup>,10. Están fuertemente aglutinados por una especie de arenisca grosera, mezclada á veces con caliza, que presenta gran resistencia. La mayor parte de los terrenos están representados en los elementos de esta pudinga; pero dominan las calizas compactas cretáceas y triásicas, acompañadas de cuarzos negros y blancos, de pizarras paleozóicas, de granitos, de pórfidos, etc.

Gracias á la extremada dureza de esta masa de conglomerados y á su desigual resistencia á la denudación por los agentes atmosféricos, se han formado en la cima de la montaña multitud de torres gigantescas terminadas por agudos picachos que le dan especial apariencia.

Vista de lejos, lo mismo por la parte de Manresa (Norte), que por la del Panadés (Sur), su silueta se asemeja á una sierra, de donde le ha venido el nombre de Montserrat (*Mons serratus*). Está aislada entre los dos ríos, Noya al S. y Llobregat al N.; su dirección es casi la E.-O.; se extiende en unos 15 kilómetros de longitud, tiene 5 kilómetros de ancho en su extremidad oriental (barranco de la Salut) y 100 metros apenas en su extremidad occidental (collada de Casa Masanna). Su altitud máxima es de 1258 metros.

La falda N., que es la más escarpada, presenta una serie de gradas cortadas por pequeños barrancos; la carretera las franquea en zig-zag, mientras que el ferrocarril las corta á todas salvo la última, que la atraviesa por un túnel. Hacia el E. y el NO. la masa de pudinga disminuye de espesor, comienzan á intercalarse areniscas rojas, después desaparece completamente el conglomerado, reempla-

(1) Carez, ob. cit., pág. 168.

zándole areniscas y macifos con algunos cantos rodados, como veremos más adelante en el itinerario de Manresa á Calaf.

Casi toda la parte superior de la montaña está llena de quiebras y sembrada de pequeñas simas, y en la parte inferior, donde dominan las arcillas, existen cavernas que sirven de receptáculo á las aguas pluviales que surgen con violencia en las laderas de la montaña (sobre todo en la vertiente oriental) por agujeros llamados en el país «mentirosas.» Estas aguas agrandan de día en día las cavernas con su acción denudadora y ahuecan el interior de la montaña, destinada á hundirse cuando el apoyo inferior falte á las masas superiores de pudinga.

Inútil es decir que el panorama que se divisa desde lo alto del Montserrat es soberbio. Por el N., las colinas de Berga; más allá, en el horizonte, los Pirineos cubiertos de nieve; al E. San Llorens del Munt, más lejos el Montseny; por el S. la llanura del Vallés, más allá la sierra del Tibidabo y en el horizonte las Islas Baleares; al O. la hermosa llanura del Panadés con las montañas de Prades y la mesa de la Segarra, en segundo término, y en el horizonte las montañas de Aragón.

¿De dónde procede tan enorme masa de cantos? Pregunta es ésta que se hacen cuantos visitan la montaña. En la Monografía que publiqué en 1880 <sup>(1)</sup> está la contestación en la siguiente forma: «Los terrenos infracretáceos del macizo de Begas se extendían por toda la comarca del Panadés hasta las montañas de la cordillera central, cubriendo el terreno triásico. Recientemente he encontrado, *in situ*, un isleo de caliza cretácea sobre el borde septentrional del Panadés, muy cerca de San Quintín de Mediona y apoyado sobre el triásico, lo que confirma mi opinión. El triásico del macizo litoral cubría de la misma manera la superficie del Panadés y la región baja de la cuenca del Vallés por encima de las formaciones paleozóicas. Estas tres formaciones constituían una ancha y alta sierra que limitaba por la orilla N. el mar eoceno. Esta sierra se halla representada hoy día por las paleozóicas litoral y media, en las cuales subsisten todavía isleos de formaciones secundarias. En efecto: á la gran masa triásica que ha quedado en la mesa de Begas, en la vertiente litoral, es necesario añadir otros dos isleos, el uno muy pequeño, en la capilla de Nuestra Señora del Coll (Horta), compuesto de conglomerado

(1) *Etudes Géologiques*, etc. (Del periódico *La Veu del Montserrat*.)

dos y de arenisca roja; el otro, al E., casi á la orilla del mar, muy dislocado, se extiende desde Badalona á Montgat; las tres formaciones están allí representadas, y el triás descansa en parte sobre las pizarras y calizas paleozóicas y en parte sobre el granito. Es natural que los conglomerados del Montserrat se formasen á expensas de rocas inmediatas; encuéntrase en ellos cantos de granito, de pórfido, de cuarzo, pizarra, calizas del Muschelkalk, areniscas rojas y calizas urgonianas con *Natheronia*. Son precisamente las rocas que entran en la constitución de la cordillera que limitaba el mar numulítico; mar que se extendía desde Navarra hasta más allá de los Pirineos, y después, pasando por Niza y Egipto, iba hasta la India y aun hasta América.»

Ya he indicado en la explicación de mi última hoja del Mapa geológico de la provincia de Barcelona, que las pudingas de la sierra del Montserrat se extendían hasta la litoral, á través del Panadés y del Vallés, como lo prueban ciertos isleos de pudingas idénticas á las de Montserrat, que han quedado como testigos de la antigua extensión de este depósito; uno de ellos subsiste en las montañas triásicas de Gélida y de Corbera, en la parte N. de la sierra litoral, otro se ve en San Andrés de la Barca, otro al S. del Rubí y el cuarto al S. de San Cugat del Vallés. Los otros tres están en la base de la ladera septentrional de dicha sierra. En estos conglomerados se encuentran cantos rodados correspondientes al numulítico inferior, ya á las calizas con alveolinas de la base.

Las capas marinas que penetran en cuña en los conglomerados demuestran que durante el depósito de éstos, cuya duración ha debido ser muy larga atendiendo á su enorme espesor, debieron de manifestarse ciertos movimientos orogénicos más ó menos acentuados. La topografía en esta época debía ser muy diferente de la actual; las corrientes de agua irían del S. al N. á verter en el mar numulítico arrastrando brechas y otros restos arrancados del continente. Formáronse primero los cordones litorales; después los elementos menos gruesos, rodados y redondeados, fueron á depositarse más lejos en el fondo del mar, según su tamaño y su densidad.

Tal es mi opinión, que se confirma atendiendo á la enorme potencia del conglomerado en la vertiente SO. de la montaña, donde excede de 1000 metros, y á su disminución progresiva hacia el NO. hasta ser reemplazada la pudinga por capas marinas arcillo-sabulosas.

Este gran depósito de cantos rodados, además de los de la grau-

vaca del Culm, se extendía durante el eoceno y el oligoceno entre la cordillera litoral actual y la del Montserrat, y más tarde fué el que suministró por denudación la mayor parte de los cantos poligénicos de que está lleno el *pontiense* continental y fluvio-lacustre del Vallés y del Panadés.

Para explicar cómo se denudó este conglomerado diremos algo relativo á la tectónica de la región. La cordillera central de nuestra provincia, paralela á la litoral, entre las que se extienden el Vallés y el Panadés, presenta actualmente por el SE. un contrafuerte dirigido NE.-SO. de más de 80 kilómetros de largo. Salvado este contrafuerte se descende al interior de Cataluña en suave pendiente hasta las mesas de Urgel, de Segarra, Plá de Bajés y Plana de Vich, mientras que por la parte del Vallés y del Panadés la pendiente es abrupta y escarpada. El contrafuerte en cuestión, que se denomina Montseny (1700 metros) por su extremidad NE. y montes de Fontrubi, Foix, Montwell (700 metros) por el SO., marca el límite NE.-SO. de las comarcas del Vallés y del Panadés, y en su centro se encuentra el macizo de Olesa-Montserrat.

Este contrafuerte se debe á una gran falla que además produjo la desaparición de la antigua y elevada sierra litoral, cordillera importante de que, como ha dicho M. G. Dollfus, «veinte veces derrubida hasta nivelarse, otras tantas levantada en trozos hasta el mismo sitio, y defendiéndose contra nuevas denudaciones.»

Porque, en efecto: por la rotura de la bóveda constituida por el paleozóico, el secundario y el terciario, y á consecuencia del hundimiento premioceno de la región central de esta amplia y alta sierra, convertida más tarde en las cuencas del Vallés y Panadés, desapareció su primitiva masa, no quedando más que su borde litoral é interior al descubierto. Según esta hipótesis, no hay duda de que el subsuelo de estas cuencas debe estar constituido en la base por el granito, sobre el que se apoyarán sucesivamente las pizarras paleozóicas y el triás, cubierto á su vez por el eoceno superior hacia el NE. y por el infracretáceo al SO. del Panadés.

EDAD DE LAS CAPAS DEL MONTSERRAT.—Las numerosas especies del género *Nummulites* que contienen las capas marinas del Montserrat, permiten fijar exactamente su nivel en la escala estratigráfica. En efecto: como dice F. Bernard <sup>(1)</sup>, «la constancia de las formas de este

(1) F. Bernard, *Paléontologie*, págs. 99 y 400.

género al mismo nivel y la regularidad de sucesión de las especies características han suministrado á la estratigrafía uno de sus más preciosos resultados. Ha demostrado que existió un mar que formaba una faja completa alrededor del globo. Este Mediterráneo universal comprendía el Mediterráneo actual, rebasando en mucha extensión sus orillas N. y S. en España, en Marruecos, en Grecia, en Egipto y en Armenia; por el Afghanistan alcanzaba la India, Borneo, la Indo-China, y atravesaba, por último, el continente americano. Pero lo más interesante es que la misma especie caracteriza siempre el mismo nivel en regiones extremadamente extensas.»

La presencia de este género en las capas centrales del Montserrat prueba claramente que pertenecen al eoceno medio. Por consiguiente, las capas inferiores lacustres rojizas sin fósiles, que se encuentran en el trayecto de Cairat á Monistrol, pertenecen á un nivel inferior, mientras que el abundante depósito de pudingas que está encima de las hiladas del numulítico debe referirse á un nivel superior.

Creemos que puede atribuirse la hilada salobre más baja que se descubre al nivel de Monistrol al *luteciense* inferior de facies numulítica, puesto que corresponde, sin ninguna duda, al horizonte con *alveolinas* muy desarrollado al otro lado del Montserrat, á corta distancia de Capellades. Constituyen allí las capas con *alveolinas* un nivel marino por el que comienza la serie numulítica, y sobre ellas descansan unas arcillas rojas que son continuación de las que se observan en la base oriental de la montaña.

Las capas centrales con *Nummulites perforata*, *N. Lucasana* y grandes *Cerithium* del grupo *C. giganteum*, corresponden, sin duda alguna, al *luteciense* medio con la misma facies, y el nivel marino más alto con *Nummulites Biarritzensis*, *Brissoides Almeræ*, Lambert, *in litt.*, denominado hasta ahora *Eupatagus ornatus*, Agass., *Schizaster rimosus?*, debe referirse al *luteciense* superior, ó quizá al eoceno superior. En cuanto al nivel más alto del eoceno que en Igualada y en el llano de Vich está representado por margas azules con *Serpula spirulea* superpuestas al *luteciense*, no se encuentra en la comarca de que estamos tratando.

Respecto á las capas lacustres rojas de la base, que aparecen en la extremidad SE. de la montaña casi en concordancia con el conglomerado, creemos más acertado atribuir las al eoceno inferior que al garunense, así como las hiladas inferiores brechíferas con *Bulimus*

*Gerundensis*, á las que son del todo discordantes. Desgraciadamente, la falta de restos orgánicos en estos lechos, á no ser los *Fucoides*, deja sin resolver la cuestión, quedando la duda consiguiente sobre la edad de este conjunto de capas tan importante por su potencia y su extensión.

Por lo que se refiere á los conglomerados que constituyen las capas más altas de la montaña, cuyos elementos, van siendo menores á medida que se marcha hacia el N., hasta pasar á areniscas más ó menos guijosas y á la arcilla roja, es probable que representen en Montserrat el oligoceno inferior del nivel con *Ancodus Aymardi*, al que corresponden los lignitos de los alrededores de Calaf.

J. ALMERA.

Septiembre de 1898.



La precedente nota del P. Almera motivó las observaciones siguientes:

«M. DEPERET observa que en Montjuich se presenta, no solamente el Tortoniense con la fauna de Cabrières, sino también el Helvético con *Turritella turris* de la Touraine.

M. DOLLFUS llama la atención acerca de la gran cantera de molasa de Montjuich, en la que en unos 20 metros de altura se observan fracturas verticales, rectas y prismáticas; atribuye esta fragmentación á un fenómeno de contracción análogo al de la formación de los prismas basálticos, y al que presentan las arcillas al desecarse.

M. L. CAREZ insiste sobre el gran interés del descubrimiento de *Ceratites*, por M. Bofill, en las calizas compactas de la estación de Olesa. Hasta este momento, no sólo en los alrededores de Barcelona, sino también en los Pirineos franceses y españoles, se habian encontrado en los lechos referidos al Trias, en los que los fósiles poco comprobaban. El atribuir estas hiladas al Trias no estaba fundado en su posición estratigráfica, porque era difícil determinarla.

También las discusiones acerca de la edad de los lechos rojos y de las calizas que les acompañan alguna vez, eran frecuentes y poco concluyentes: la comprobación indudable del Muschelkalk en Olesa deberá hacerlas cesar.

M. Carez no cree en la existencia de un segundo nivel de arenis-

ca roja encima de la caliza del Muschelkalk; en su opinión, el fenómeno es consecuencia de una falla.

Supone también que en la Puda los lechos rojos que asoman junto al puente son garumnenses, y que una falla ha invertido al Triás sobre el Garumnense.

M. DEPERET dice que la palabra «Garumnense» debe reservarse para el horizonte de capas del Alto Garona con *Cyrena garumnica* y las calizas lacustres que les acompañan. En la región de Monistrol, la serie genuinamente terciaria comienza por las capas rojas con *Bulimus gerundensis*, á las que siguen areniscas, pudingas y psamitas alternantes, sin intercalación marina, que pudieran representar el Terciario inferior hasta el Oligoceno. Cerca de Monistrol se intercalan capas marinas con *Nummulites perforata*, que van adelgazando en su marcha hacia el S. en forma de cuña entre los lechos rojos: al pie de la Montaigne Noire, el Numulítico termina igualmente en cuña en una serie fluvio-lacustre.

M. DOLLFUS pide á los Sres. Almera y Bofill que utilicen el trazado del ferrocarril de cremallera para hacer un corte geológico completo del Montserrat. Pone de relieve el interés que tiene en conocer separadamente, y con determinaciones exactas, cada una de las faunas marinas que se intercalan á diversos niveles: se tendrían así facilidades para encontrar una escala estratigráfica numulítica completa, que podía dar definitivamente la clave de la sucesión de los numulitos y el sincronismo del Eoceno del Mediodía con el del Norte. Un examen minucioso de estos materiales detríticos puede llevar la prueba de la existencia antigua en la cadena de la costa de lechos completamente desconocidos, destruidos posteriormente por denudación. Preconiza el empleo de grandes cortes de detalle hechos en una escala exacta, y la publicación de los perfiles geológicos de todas las vías férreas.

M. ALMERA se propone emprender este trabajo cuando disponga del tiempo necesario.

M. GAUDRY pregunta de dónde proceden los elementos de las pudingas del Montserrat.

M. VIDAL piensa que vienen de los macizos situados entre el Montserrat y el mar, macizos que corresponden á los terrenos primitivos, triásicos y cretáceos.

M. ALMERA añade que la pudinga del Montserrat se extiende hasta la cadena litoral, como aseveran los depósitos de Gélida y Rubi.

M. STUART-MENTEATH pregunta si en estas pudingas tienen los bloques un metro de lado, como presentan en Pau las de Palasson: estos bloques, según M. Martins, han sido acarreados por los hielos.

M. ALMERA contesta que no se encuentran en las pudingas del Montserrat bloques de estas dimensiones.»

## IV

## FAJA NUMULÍTICA DEL MACIZO ANTIGUO DE BARCELONA

Y ESTUDIO DE LA FAUNA OLIGOCENA DE CALAF

## I

Entre las estribaciones de la vertiente española de los Pirineos y el macizo antiguo del litoral de Cataluña (granito, paleozoico, trias, jurásico y cretáceo inferior), forman los depósitos numulíticos un amplio pliegue geosinclinal, cuyos afloramientos terminan en triángulo hacia el E., en los alrededores de Gerona, mientras que por O. se prolongan cruzando las provincias de Lérida, Zaragoza y Pamplona hasta la región atlántica.

Los geólogos que han estudiado estos terrenos. Vézian <sup>(1)</sup>, De Verneuil <sup>(2)</sup>, Vidal <sup>(3)</sup>, Almera <sup>(4)</sup> y muy especialmente M. Carez <sup>(5)</sup>, afirman, en absoluto, que no se encuentra el cretáceo superior marino á lo largo de la faja del macizo catalán, y han demostrado que la base de la serie concordante numulítica estaba formada en su totalidad por conglomerados y limos rojos margosos, caracterizados por un *Bulimus* de gran tamaño, el *Amphidromus gerundensis*, Vidal.

Nuestras observaciones han confirmado por completo las de los que nos precedieron. Hemos visto en dos parajes el contacto entre el macizo antiguo y los lechos con *Bulimus gerundensis*; cerca de la

(1) Vézian, *Du terrain postpyrénéen des environs de Barcelona* (Thèse de doctorat: Montpellier, 1856).

(2) De Verneuil, *Sur le calcaire à Lychnus des environs de Segura et de Berga* (Bull. Soc. geol. France), 2.ª serie, tomo XXIV, 1867, pág. 409.

(3) Vidal, *Edad de las capas de Bulimus gerundensis* (Bol. Real Acad. Sc. y Artes de Barcelona, 1883), con láminas.

(4) Almera, *Estudis geològics sobre la constitució, origen, antiguetat y provenir de la Montagna de Montserrat*; Vich, 1880.

(5) Carez, *Etude des terrains crétaçés et tertiaires du nord de l'Espagne* (Thèse de doctorat, 1881).

estación de Olesa, estos conglomerados y arcillas rojas, en capas ligeramente levantadas y dirigidas al N.NO., descansan sobre el trias, en discordancia angular bastante perceptible. En los baños de la Puda, una dislocación local del borde del macizo ha invertido el trias (Muschelkalk y margas irisadas), situándole encima de la potente serie de conglomerados de la base de la serie terciaria; pero á corta distancia del borde de la faja, los lechos rojos con *Bulimus gerundensis* recobran su inclinación normal y su buzamiento al N.NO.

Si desde la Puda se sigue en dirección á la montaña de Montserrat, se atraviesa, en unos diez kilómetros, una interminable serie de pudingas, de areniscas y de arcillas rojas, más ó menos grumosas, completamente idénticas á las de las capas con *Bulimus gerundensis*, de las que son continuación concordante, pero en posición cada vez más próxima á la horizontal. Se llega así, sin volver á encontrar un solo banco de caliza lacustre, ni la menor intercalación de lechos marinos, hasta el pie oriental de las grandes escarpas del Montserrat, donde dominan las pudingas, separadas en bancos distintos, por algunas intercalaciones de arcillas rojas.

Según el P. Almera, que conoce bien esta curiosa montaña, en toda su vertiente oriental, hasta la cumbre, no se encuentran vestigios de lechos marinos intercalados en el seno de estas potentes formaciones fluvio-continetales, cuyo espesor total debía ser de más de 2000 metros.

Si, por el contrario, se sube al Montserrat por su ladera septentrional, hacia la parte de Monistrol se observa la intercalación en las pudingas y las arcillas rojas, de capas marinas eocenas perfectamente caracterizadas. Un poco antes de llegar á las casas de Monistrol, viniendo del E., en el trazado de la carretera que sube al Monasterio, se encuentran margas arenosas, amarillas, con jacillas de *Cardium* y otras bivalvas, y numerosos vestigios carbonosos de plantas terrestres, acarreadas por las corrientes de agua de un continente próximo, situado al E. Aquí comienzan, desde la base de la montaña, los depósitos marinos, que alcanzan mayor desarrollo al O. de Monistrol. A dos kilómetros próximamente hacia el N. de este pueblo, encima de un pequeño escalón de pudinga que forma la escarpada ribera del Llobregat, hemos visto un notable afloramiento de capas marinas con *Nummulites perforata*, *Velates Schmideli*, y grandes Ceritidos y Equinoides, cubiertas por nuevos bancos de pudingas. A un nivel probablemente un poco inferior á estas capas, bajando

hacia el Llobregat, cerca de Monistrol, M. Dollfus observó un lecho lleno de *Orbitolites complanata*. A lo largo del ferrocarril de cremallera que sube al Monasterio de Montserrat (587 metros), se observan varias intercalaciones marinas sucesivas entre las pudingas y las capas rojas que constituyen casi la totalidad de la montaña; pero antes de llegar al Monasterio, los lechos marinos cesan de presentarse, y los 700 metros de espesor desde la última intercalación marina hasta el pico de San Jerónimo (1238 metros), son exclusivamente de pudingas, denudadas en forma de columnatas y pilones de azúcar de tamaño sorprendente.

Desde la meseta del pueblo de Monistrol se abarca admirablemente la disposición del conjunto de las capas eocenas marinas, que por su color gris verdoso se diferencian desde lejos de las arcillas y pudingas rojas en que están intercaladas. Se ve también que las margas marinas aumentan de importancia hacia el N. y el O., mientras que por el E., en dirección al macizo triásico que limita el horizonte, se percibe que, por el contrario, disminuyen rápidamente de espesor hasta terminar en cuña en el seno de las capas rojizas que constituyen el borde fluvio-continental de la cuenca numulítica. Esta disposición, que merecería precisarse en detalle por numerosas observaciones locales, puede ser interpretada por el corte general que se acompaña (fig. 11).

Me parece interesante observar que el modo de presentarse el numulítico marino del Llobregat, intercalándose en cuña en las pudingas y los lechos rojos de la faja del macizo litoral de Cataluña, es repetición exacta de lo que se observa en la vertiente meridional de la Montagne Noire, macizo antiguo que al N. de los Pirineos representa un papel equivalente al del macizo de Barcelona al S. de esta cordillera. Los interesantes trabajos de M. Vasseur <sup>(1)</sup> han demostrado, en efecto, que las calizas con alveolinas y con *Nummulites atavica*, muy desarrolladas entre Carcassonne y Castelnaudary, disminuyen en importancia á la altura de este último pueblo, transformándose al O. de Villespy en lajas arenosas con bancos de *Ostrea stricticostata*, y se convierten lentamente en areniscas con ostras y ceritidos, de facies salobre en las arenas y arcillas, con guijos del Castrais, constituyendo el borde de los terrenos antiguos.

Tenemos, pues, en el flanco S. de la Montagne Noire y en el lado

(1) Vasseur, *Bull. serv. Carte geol. France*, núm. 37, 1894, tomo III.

opuesto, N. del macizo de Barcelona, las dos orillas, acompañadas de sus bordes fluvio-continentales, de un brazo de mar numulítico de 200 kilómetros de ancho que ponía en comunicación el Océano Atlántico con el Mediterráneo, y en cuyo centro se formaron, hacia el final del eoceno, los pliegues de la cordillera de los Pirineos.

¿Es posible fijar la edad de esta potente serie de capas que rápidamente he descrito? No tenemos en todo su conjunto más que un solo horizonte paleontológico bien determinado, que es el de las capas marinas con *Nummulites perforata* que se encuentran en la base del Montserrat; este nivel, que, en general, se extiende por

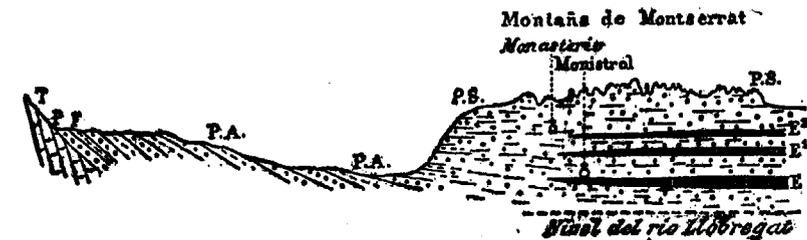


Fig. 11.—Perfil del borde de la cuenca numulítica del Llobregat en la montaña de Montserrat.

T, Trias; P, Pudinga de la base; F, Nivel con *Bulimus gerundensis*; P. A, Arcillas rojas y pudingas; E, Eoceno marino con *Nummulites perforata*; E', E'', Intercalaciones marinas eocenas en las pudingas; P. S, Pudingas supranummulíticas.

toda la cuenca numulítica mediterránea, corresponde á la caliza bastante propiamente dicha de la cuenca parisiense, es decir, al *Luteciense medio*.

Por lo que se refiere á la serie de conglomerados y arcillas rojas inferiores á este horizonte marino, no tenemos otra referencia paleontológica más que la correspondiente al extremo base de la serie, ó sea las margas grumosas con *Amphidromus gerundensis*. ¿Cuál es la época precisa á que pertenece este fósil? Las opiniones varían sobre este punto: los geólogos españoles, y en particular los Sres. Vidal y Almera, consideran esta hilada roja infra-numulítica como de la época *garumnense* (es decir, danés) y equivalente á la de la parte superior de las capas salobres con *Cyrena laletana* y *Lychnus* de la

vertiente S. de los Pirineos (Berga, Isona, etc.); mientras que M. Carez, en vista de la independencia de las capas con *Bulimus gerundensis* y del verdadero *garumnense*, así como también por la unión constante de esta hilada con la base de la serie numulítica, se inclina á considerarla como formando el extremo de la base de la serie terciaria.

Aparte de las razones estratigráficas indicadas por M. Carez, puede alegarse en favor de los que suponen edad terciaria á este horizonte, la gran afinidad paleontológica del *Bulimus gerundensis* con otra forma terrestre del mismo grupo, el *Bulimus (Amphidromus) Hopei*, Marcel de Serres, que caracteriza el Luteciense lacustre de la Provenza, del Languedoc y de la vertiente N. de los Pirineos, y que difiere de ella por la forma más hinchada de su última vuelta y por el perfil cóncavo de la espiral. El *Bulimus Bouwyi* Haimé (1), de la isla de Mallorca, es otra especie del mismo grupo, probablemente de un horizonte más alto que el Luteciense. No conozco, por el contrario, ninguna forma análoga en el tramo de Rognac ni en ninguna otra formación de edad cretácea.

Por otra parte, y á pesar de las afinidades paleontológicas, no hay que pensar en que el *Bulimus gerundensis* llegue hasta el eoceno medio. El Sr. Vidal y M. Carez han demostrado que en los alrededores de Gerona existe, inmediatamente por debajo de las capas con *Nummulites perforata*, otro horizonte marino representado por calizas con *Miliolites* y con *Alveolinas*, que descansa sobre la serie roja, en cuya base se encuentra el nivel con *Bulimus gerundensis*. La posición estratigráfica de esta caliza y su comparación con las capas análogas de los Corbières y de la vertiente S. de la Montagne Noire, permiten referirla al Luteciense inferior. Este horizonte marino no existe en los cortes del Montserrat, ó necesariamente tendrá que estar representado por las capas rojas inmediatamente inferiores á las marinas de Monistrol con *Nummulites perforata*.

De esta serie de observaciones pueden deducirse, á mi juicio, las conclusiones siguientes: 1.ª, las capas con *Bulimus gerundensis* deben ser referidas al eoceno inferior, sin que pueda precisarse el tramo á que corresponden por carecer de datos paleontológicos; 2.ª, la potente serie de conglomerados y de arcillas rojas que se extienden desde el borde del macizo antiguo de Barcelona hasta el pie de Mont-

(1) *Bull. Soc. geol. France*, 2.ª serie, tomo XII, pl. XV, figs. 1-2.

serrat, entre las capas con *Bulimus gerundensis* y las de *Nummulites perforata*, representan bajo un aspecto fluvio-continental la totalidad ó parte del eoceno inferior y la base del eoceno medio (Luteciense inferior).

Respecto á las capas de pudingas que, superpuestas al horizonte con *Nummulites perforata*, constituyen casi la totalidad de la montaña de Montserrat, debe observarse que la intercalación de varios niveles marinos en la mitad inferior de la montaña, permitirá sin duda precisar la edad de estos niveles después de un cuidadoso estudio paleontológico. M. Carez ha citado en estos lechos *Nummulites striata*, que indica un horizonte muy alto del numulítico. El P. Almera ha encontrado en la intercalación marina más alta *Eupatagus ornatus*, del numulítico superior de Biarritz, asociado á una fauna de estuario con *Potamidos*, *Melantias* y *Cyrenas*, por estudiar.

En cuanto á la masa de las pudingas *supranumulíticas*, sin fósiles, que forman la cúspide de la montaña, los Sres. Almera y Carez las comparan, con razón, á la *pudinga de Palasson* de los Pirineos franceses, atribuyéndolos al eoceno superior, en conformidad con las ideas generalmente admitidas en la época en que se publicaron sus trabajos. Pero después se ha modificado en algo lo que ya parecía establecido sobre este punto: por una parte, el abate Pouech (1) y M. Viguier (2) han demostrado que la pudinga de Palasson en el Ariège y en el Aude podía descender hasta el eoceno medio con *Lophiodon*; por otra, M. de Rouville (3) sienta que la parte superior de estas pudingas podía invadir la base del oligoceno, y las minuciosas observaciones de M. Vasseur (4) han evidenciado que en el Tarn, la pudinga de Palasson con elementos de rocas pirenaicas, penetra á manera de apósis en las molasas de Puy-laurens, cuya edad *infra-tongriana* está perfectamente comprobada. Hoy es posible demostrar, por los descubrimientos hechos en Calaf, que sucede lo mismo en España, y que la parte superior de las pudingas del Montserrat debe ser referida al oligoceno.

(1) *Bull. Soc. geol. France*, 3.ª serie, tomo XIV, pág. 277.

(2) *Bull. Soc. geol. France*, 3.ª serie, tomo XIV, pág. 382.

(3) *Bull. Soc. geol. France*, tomo XIV, pág. 384.

(4) Vasseur, *Bull. Carte geol. France*, núm. 37, 1894, pág. 2.

## II

Calaf es una población de la provincia de Barcelona, situada unos 50 kilómetros al NO. de Montserrat en una comarca interesante que no pude visitar por falta de tiempo. Pero los trabajos de M. Carez <sup>(1)</sup> y de los Sres. Maureta y Thós <sup>(2)</sup> me permitirán suplir la falta de observaciones personales propias. El primero de estos geólogos ha descubierto un lentejón yesoso al O. del Montserrat, hacia Odena, intercalado entre las margas azules con *Orbitolites* del Numulítico superior y la mesa de pudingas supranumulíticas, continuación de las del Montserrat. Estas mismas pudingas se prolongan sin discontinuidad hasta Calaf, donde un pliegue anticlinal hace que aparezca de nuevo el yeso, separado aquí de las pudingas por una serie de margas y de calizas laguno-lacustres con lignitos, que se explotan desde hace tiempo. «No puede abrigarse duda, dice M. Carez, respecto á la posición de las margas del lignito de Calaf, en la base de las pudingas del Montserrat.»

Los Sres. Maureta y Thós han descrito, por su parte, detalladamente, la sucesión de las capas explotadas en Calaf, donde se observa la serie siguiente de abajo para arriba: 1, conglomerados con intercalaciones de arcillas y calizas; 2, yeso y margas; 3, arcillas y molasas de color rojo, calizas con *Planorbis*, *Limneas*, *Melania Escheri* y lignitos que se explotan. Atribuyen todo este conjunto al tramo proiceno de Gervais, es decir, al eoceno superior.

Hace unos dos años el Sr. Bofill me enseñó un fragmento de mandíbula de mamífero encontrado en los lignitos de Calaf, que clasifiqué como de un *Anconus Aymardi*, Pomel <sup>(3)</sup>, del horizonte de las calizas de Ronzón, es decir, aproximadamente del nivel de la caliza de Brie de la cuenca parisiense (infratongriense). El Sr. Bofill <sup>(4)</sup> publicó seguidamente un dibujo de este importante fragmento, acompañándolo

(1) Carez, *loc. cit.*, págs. 167 y 203, cortes 35 y 53.

(2) Maureta y Thós, *Descrip. física, geol. y minera de la prov. de Barcelona*, 1884.

(3) Depéret, *Compte-rendu sommaire (Soc. geol. France)*, 5 Abril 1897, página 75).

(4) Bofill, *Bol. de la Real Acad. Cienc. y Artes de Barcelona*: Abril 1897, con láminas.

con algunas consideraciones estratigráficas acerca de la edad *sannoisiense* de las capas ligníferas de Calaf.

En las colecciones del Sr. Vidal figura una hermosa serie de conchas de las capas de esta localidad, y además un esqueleto casi entero, conservado en una laja de caliza, perteneciente á un animal que, después de un rápido examen de M. Gervais, se atribuía al género *Xiphodon*.

Sin embargo, M. Gaudry, mi sabio maestro, y yo, al ver este esqueleto, encontramos algo dudosa su clasificación atendiendo á la disposición y forma de los premolares, visibles únicamente por el lado exterior. El Sr. Vidal me autorizó para que desprendiera la cabeza, operación que se hizo al cuidado de M. Laurent Maurette, con lo que se comprobó que se trataba, no de un *Xiphodon*, sino de un pequeño *Diplobune* que me parece idéntico al que se ha encontrado en las fosforitas y que M. Filhol ha designado con el nombre de *Diplobune minor*. Esta determinación confirma, como se ve, la edad oligocena (infra-tongriense) de estas capas, indicada ya por la presencia del género *Ancodus*.

Del examen de los ejemplares puestos á mi disposición por los Sres. Vidal y Bofill, se deduce que la fauna oligocena de Calaf se compone de los tipos siguientes:

**MAMÍFEROS.**—**Ancodus Aymardi**, Pomel.—El fragmento de hueso procedente de Calaf, dado á conocer por M. Bofill (*loc. cit.*), corresponde á la porción media de las dos ramas de la mandíbula: á la derecha, se ve en su lugar el cuarto premolar y los tres post-molares, salvo el talón del último; á la izquierda, están en su sitio el tercero y cuarto premolares y el primero y segundo post-molares. Estos molares presentan todos los caracteres, bien conocidos, de los *Ancodus* de Ronzón, cuyas especies estudiadas por M. Filhol <sup>(1)</sup> apenas difieren entre sí más que por el grado de alargamiento de la parte anterior de la mandíbula y por la separación mayor ó menor de los primeros premolares, que es su consecuencia.

La determinación que precede está fundada: 1.º, en las dimensiones de los molares, que son idénticas á las del *Ancodus Aymardi*, Pomel (Filhol, *loc. cit.*, fig. 101), mientras que estos mismos dientes son más fuertes en el *A. velaunus* y, sobre todo, en el *A. leptorhynchus*; 2.º, en la delicadeza y pequeña altura del hueso de la mandíbula.

(1) *Mammif. foss. de Ronzón (Ann. Soc. geol., tomo XII, 1884)*.

la al nivel de los molares, carácter que es peculiar, según M. Filhol, al *A. Aymardi*, y la diferencia de las otras dos especies con mandíbula más alta y más pesada.

**Diplobune minor**, Filhol.—El cráneo del esqueleto de la colección Vidal está incrustado en una placa de caliza margosa y se ve por su lado derecho. A pesar de cierto aplastamiento en el sentido lateral, se puede apreciar la forma general de la cabeza, todavía mal conocida, de los *Diplobune*.

Se parece mucho á la de los *Anoplotherium*: el perfil superior se presenta en línea casi recta desde los parietales hasta la extremidad anterior de los huesos nasales; desde este punto desciende bruscamente á lo largo del borde de los inter-maxilares, sin ninguna escotadura cartilaginosa entre los inter-maxilares y los huesos nasales.

El borde anterior de la órbita avanza hasta la altura del segundo post-molar, como en el *Anoplotherium*. La mandíbula es de forma prolongada: difiere de la del *Anoplotherium* en que el borde inferior de los huesos queda paralelo al borde alveolar, casi hasta la altura del canino, donde la mandíbula disminuye rápidamente de altura por delante de los post-molares; de donde resulta que el hocico del *Diplobune* debía ser más obtuso por delante que el del *Anoplotherium*.

Los dientes de arriba están mal conservados: no se ven en su lugar más que los dos últimos molares ( $m^2$  y  $m^3$ ), bien caracterizados por su pared externa, fuertemente vencida hacia adentro, y dejando en saliente el pilar central de separación de las dos lomas; por su loma anterior con tres denticulos, el externo crescentoide, el central, y sobre todo el interno, casi cónicos; por su loma posterior con dos denticulos crescentoides, sin denticulo central.

Los dientes de abajo indican que el animal era joven, pues todavía se conservan los de leche; pero están á punto de brotar los post-molares.

Se percibe por delante el segundo incisivo en su sitio y muy proclive el alveolo del tercer incisivo; después el canino bajo y en punta triangular con un talón muy pequeño por delante y por detrás. Los tres molares de leche son de forma prolongada y divididos cada uno en tres lóbulos que tienden á igualarse en tamaño contando del primero al tercer molar. Por detrás de los dientes de leche, el primer post-molar está ya en su lugar y muestra claramente los caracteres de los *Diplobune*: un lóbulo anterior formado de dos denticulos internos cónicos más estrechamente unidos el uno al otro que en el *Ana-*

*plotherium*, y un denticulo interno en forma de cuarto de luna muy comprimido al través; una loma posterior que comprende un solo denticulo grueso cónico postero-interno y un denticulo interno en cuarto de luna que deja un intervalo libremente abierto en la pared entre la extremidad de su bucle anterior y el grueso denticulo postero-interior.

El fósil de Calaf me parece idéntico á la pequeña especie de *Diplobune* de las fosforitas de Quercy, descrito por M. Filhol con el nombre de *Eurytherium minus* <sup>(1)</sup>, y que es un verdadero *Diplobune* por la unión muy apretada de las puntas internas de la primera loma de los post-molares inferiores. La forma de la mandíbula es parecida á la del de Calaf, y el primer post-molar es idéntico en tamaño y estructura. No es posible proseguir la comparación para los dientes más anteriores, porque la mandíbula de Quercy tiene ya sus premolares de reemplazamiento, mientras que los dientes de leche persisten todavía en el ejemplar español.

**Moluscos.** — **Melanoides albigensis**, Noulet, var. **Dumasi**, Fontannes.—Entre las numerosas variedades de *Melanoides* que se encuentran en abundancia en las calizas margosas contiguas á los lignitos de Calaf, se puede reconocer el tipo del SO. de Francia, representado por Sandberger <sup>(2)</sup>, con sus costillas oblicuas, en número de 13-14 sobre la penúltima vuelta, terminadas en lo alto por una granulación espinosa poco pronunciada. La concha de Calaf se asemeja todavía más á una variedad de la cuenca de Alais, representada por Fontannes <sup>(3)</sup> con el nombre de *Melanoides albigensis*, variedad *Dumasi*, caracterizada por la atenuación de las costillas longitudinales y por la mayor importancia de las costillitas espirales. Pero la mayor parte de las conchas de España constituyen variedades con costillas más fuertes que en el tipo, menos numerosas (10-11 sobre la penúltima vuelta), y termina en lo alto por una robusta espina saliente hacia afuera. Se pasa así progresivamente á formas más y más espinosas y demasiado alejadas del tipo de Noulet para poderla designar con el mismo nombre.

**Melanoides occitanicus**, Fontannes.—Los grandes ejemplares

(1) Filhol, *Phosphorites du Quercy*, figs. 306-307 (*Ann. Soc. geol.*, tomo VIII, 1877).

(2) *Land und Süsswasser Conchylien*, pl. XVIII, fig. 4.

(3) *Descr. somm. faune malacol. groupe d'Alx*, pág. 26, pl. III, figs. 4-3.

con espinas muy pronunciadas pueden ser referidos con aproximación suficiente á la especie de la cuenca de Alais, descrita por Fontannes<sup>(1)</sup>, de la que se diferencia, sin embargo, por la mayor regularidad en la longitud de las espinas que adornan las tres últimas vueltas: estas espinas son todas cortas y gruesas en la concha de Calaf, y no se ven las dos ó tres espinas largas y agudas irregularmente situadas en las dos últimas vueltas de los ejemplares del Languedoc. Estas diferencias pueden ser consideradas como consecuencia de variaciones regionales que no justifican una distinción específica.

**Striatella Nysti**, Duchastel.—El Sr. Vidal ha recogido en Calaf seis ejemplares de una *Melania* pequeña, bastante corta é hinchada, de vueltas convexas, adornadas con pequeñas costillas oblicuas, bastante pronunciadas (unas veinte sobre la penúltima vuelta), cruzadas por costillitas espirales menos visibles que las costillas. Esta concha concuerda muy exactamente con la variedad corta de *Melania Nysti*, Duch., representada por Nyst, del tongriense de Limbourg, con el nombre de var. B.<sup>(2)</sup> En la colección de la Universidad de Lyon se encuentran ejemplares perfectamente semejantes á los de la provincia de Barcelona, procedentes de la localidad típica de Klein-Spawen.

**Vivipara cf. sericinensis**, Noulet.—Ejemplares un poco deformados, que me parecen iguales á la *Paludina* corta, pequeña y ventrada de Lautrec (Tarn), representada por Sandberger<sup>(3)</sup> y encontrada también por Fontannes<sup>(4)</sup> en la cuenca de Alais. He tenido ocasión de citar esta misma forma en el infra-tongriense de la cuenca de Marsella.

Los otros Moluscos, tales como *Limnaea*, *Planorbis*, *Helix*, están muy deteriorados para poderlos determinar.

EDAD DE LAS CAPAS DE CALAF.—Las determinaciones paleontológicas que preceden permiten referir, sin duda ninguna, las capas de Calaf á la parte inferior del Oligoceno y de una manera más precisa al tramo infra-tongriense (Sannoisiense de MM. Munier-Chalmas y de Lapparent).

Por lo que se refiere á los Mamíferos, el *Ancodus Aymardi* es una

(1) *Descr. faune malacol. groupe d'Aix*, pág. 27, pl. III, figs. 4-9.

(2) Nyst, *Coq. et Polyp. foss. de Belgique*, tomo II, pág. 140, lám. XXXVII, fig. 16.

(3) Sandberger, *loc. cit.*, pág. 303, lám. XVIII, fig. 3.

(4) Fontannes, *loc. cit.*, pág. 31, lám. IV, figs. 10-14.

especie típica de la caliza de Ronzón, equivalente de la caliza de Brie de la cuenca parisiense, y conviene observar que el género *Ancodus* es exclusivamente oligoceno y jamás fué citado ni en el Eoceno superior (horizonte de Montmartre y de Gargas), ni tampoco en las fosforitas de Quercy.

El *Diplobune minor* es una especie que hasta ahora sólo se había encontrado en las fosforitas, y aun cuando el género *Diplobune* comienza muy pronto en el Eoceno (siderolítico de Egerkingen), el máximo de expansión de este género, afine á los *Anoplotherium*, está en los yacimientos siderolíticos (Ulm. Pappenheim), que parecen casi contemporáneos de las bolsadas del Quercy.

Los Moluscos nos ofrecen puntos de comparación estratigráfica también muy precisos. La *Striatella Nysti* es una forma característica del infra-tongriense del Limbourg belga. En el SO., y en particular en los alrededores de Castres, M. Vasseur<sup>(1)</sup> indica *Melanoides albigensis*, asociada á *Vivipara sericinensis* en la caliza de Lautrec, que este sabio geólogo refiere al Sannoisiense superior.

La comparación con la cuenca de Alais es todavía más decisiva. Según las investigaciones de Fontannes<sup>(2)</sup>, rectificadas y completadas por M. Fabre<sup>(3)</sup> y por mí<sup>(4)</sup>, la serie muy continua de capas eocenas y oligocenas en el borde oriental de esta vasta cuenca monoclinas es la siguiente, de abajo para arriba:

|                          |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EOCENO INFERIOR. . . . . | { Arenas abigarradas de Euzet-les-Bains, del Brouzet, etc.                                                                                                       |
| EOCENO MEDIO. . . . .    | { Caliza con <i>Planorbis pseudoammonius</i> de Navacelles.                                                                                                      |
| EOCENO SUPERIOR. . . . . | { Margas y calizas de Saint-Hippolyte de Caton con <i>Glandina Vialai</i> , <i>Strophotoma globosum</i> y numerosos Mamíferos (fauna de Montmartre y de Gargas). |

(1) Vasseur, *Légende explicative de la feuille de Castres* (Carte geol. France, 80000).

(2) Fontannes, *Etudes stratigraphiques*: VIII. Le groupe d'Aix, pág. 133 et suiv.

(3) Fabre, *Bull. serv. Carte geol.*, núm. 38 (campagne de 1892), pág. 83.

(4) Depéret et Fabre, *Observations communes inédites*.

INFRA-TONGRIENSE . . . . .

TONGRIENSE Y AQUITANIENSE .

1. Calizas con *Limnaea longiscata*.
  2. Calizas con *L. longiscata* y *Potamides aporoschema*.
  3. Serie de calizas en lajas con *Cyrena Dumasi alesiensis*. Insectos, Peces, etc.
  4. Areniscas con flora de Celas.
  5. Calizas con *Striatella barjacensis*, *Melanoides albigensis*, *occitanicus*, *Vivipara soricinensis*, etc.
- { Margas rojas y conglomerados del centro de la cuenca de Alais.

Importa observar que el paralelismo más completo se establece entre la fauna de Calaf y la de los lechos con *Striatelles* y *Melanoides* espinosas de Barjac, que ocupan un nivel muy alto en el piso infratongriense, y este último punto concuerda con las observaciones antes citadas de M. Vasseur en la cuenca de Castres. No me queda duda alguna acerca de la edad precisamente oligocena de los lignitos de Calaf, y esta conclusión se relaciona necesariamente, como ya antes observé, con la cuestión de la edad de la mayor parte de las pudingas del Montserrat que, según el parecer de todos los geólogos que han estudiado la región, son superiores á este horizonte lignitifero. Debe esperarse que por sucesivas observaciones habrá de completarse el conocimiento de la fauna de esta interesante localidad.

CARLOS DEPÉRET.

Septiembre de 1898.

## V

## CRIADERO DE SAL DE CARDONA

(Láminas 3 y 4.)

Después de la excursión á la montaña de Montserrat, nos dirigimos á Mauresa para tomar el camino de Cardona y visitar el interesante criadero de sal que allí se explota.

Bajo las pudingas del Montserrat, que tan curioso aspecto dan á esta montaña, se descubren, ya casi en el fondo del valle del Llobregat, cerca de Monistrol, las margas numulíticas que se extienden por el N. y llegan hasta Mauresa, donde constituyen las colinas sobre que se asienta la ciudad y las de sus alrededores.

Encuéntanse allí los bancos con *Nummulites perforata* que, en el numulítico catalán, forman parte de la subdivisión inferior de este tramo. En otras localidades, como Gerona y Lérida, es frecuente verlos superpuestos á las calizas con *Alveolina melo*, base del eoceno marino.

En las colinas de Mauresa se encuentra también el numulítico medio con *Vulsella falcata*, *Turritella ataciana*, *Terebratella Vidali*, bastante frecuentes.

Subiendo por la carretera que sigue la orilla izquierda del Cardoner, después de haber cruzado por maciños con indicios de yeso que pudieran corresponder al numulítico superior ó al oligoceno inferior, se sigue siempre sobre bancos de areniscas y margas rojas que pertenecen al oligoceno. Las pudingas de Montserrat han desaparecido, y estas areniscas y margas son el resultado de la transformación de aquéllas por atenuación de sus elementos.

En Suria, pueblo situado en la orilla izquierda del Cardoner, un pliegue en anticlinal muy pronunciado deja ver debajo de los citados bancos una hilada de yeso blanco; y cuando se llega ya al pie de la colina de Cardona, los bancos oligocenos se levantan de nuevo, se ensancha el valle y aparece á nuestra vista la gran masa de sal que ocupa el centro. Cardona y su castillo están edificados sobre la coli-

na que forma la vertiente septentrional de este pliegue, con sus capas buzando al N.

La sal gemma se presenta casi pura, sobre todo en los bancos más bajos, en los que no es raro hallar hermosos cristales cúbicos que algunas veces contienen inclusiones líquidas y gaseosas.

La parte superior del criadero de sal presenta la estructura en zonas ó fajeada de diferentes colores, de donde el nombre de *montaña de sal roja* que se da á una de sus porciones.

La sal, sin perder su textura compacta, se presenta en vetas estrechas desde uno á algunos centímetros, en extremo contorneadas, dobladas en agudos pliegues, manifestación evidente de grandes presiones laterales.

El yeso se encuentra unas veces superpuesto á la sal, otras intercalado en los bancos, y también íntimamente mezclado con la misma sal y con arcilla, siendo muy raro que le acompañe la pirita de hierro.

La solubilidad del cloruro de sodio en las aguas atmosféricas produce en el interior de la masa salifera cavidades que se manifiestan al exterior por agujeros y por conos de hundimiento en las tierras que la cubren, ó en los yesos ó las arcillas superiores; estas hoyas, que tienen á veces dimensiones considerables, se conocen en el país con el nombre de *bofias*.

La extremidad O. del criadero de sal, que se llama la *Bofia gran*, es un gran cráter ó embudo, en el que la sal forma la superficie interior de un amplio cono erizado de agujas y láminas cortantes labradas en la masa por las aguas pluviales; y estas aguas, saturadas de sal, acumuladas en el fondo del cráter, pasan por debajo de la montaña de sal roja, formando un pequeño manantial salado; después se ocultan bajo una colina del centro del valle, llamada San Onofre; la atraviesan circulando por hermosas grutas, y, por fin, se unen al Cardoner.

Cuando se recuerda que la sal se presenta en diversos parajes de los Pirineos asociada á los asomos ofíticos, y que en Argelia se han encontrado fósiles triásicos en varios criaderos de sal que se creyeron terciarios, se comprende que algunos geólogos hayan manifestado su convicción de que la sal de Cardona es triásica.

Debo, sin embargo, aducir ahora las razones que otros compañeros y yo tenemos para no participar de esta opinión. Desde luego se observa que los bancos superiores de sal, en las proximidades de los bancos oligocenos, son paralelos á ellos, y no se ve ninguna discor-

dancia de estratificación entre las hiladas de sal, las de yeso y las de las margas y maciños. Si la sal perteneciera al trias, esta concordancia sería bastante notable entre dos formaciones de edad tan diferente. Sería también inexplicable que, para servir de cuenca al depósito de los sedimentos oligocenos, las capas triásicas de elementos insolubles (calizas, dolomías, margas) hubieran desaparecido, y que la sal quedara en capas completamente horizontales, sirviendo de fondo á las aguas terciarias. Además, observaré que los yesos que acompañan á la sal de Cardona no tienen el aspecto moteado de los que se ven en los asomos ofíticos y salíferos de los Pirineos, ni presentan los cristales bipiramidados de cuarzo que aparecen en los yesos ofíticos.

Verdaderamente es sorprendente el ver pliegues y arrugas en los lechos salíferos; ¿pero no corresponden acaso al centro de un anticlinal? Y en este paraje, en el punto de ruptura de los estratos, es donde los esfuerzos tangenciales han sido más sensibles: las capas oligocenas han desaparecido por denudación, y no podemos apreciar cuán dislocadas estarían si existiesen.

Por lo demás, el anticlinal de Cardona no se limita á los alrededores de la población. Más al O. existe el criadero salífero de Vilanova de la Aguda, distante unos 55 kilómetros, en la provincia de Lérida; y allí se encuentran también, en los bordes N. y S. del valle, los maciños y margas oligocenos buzando al N. y al S., dejando al descubierto un gran depósito de arcillas yesosas y salíferas, aunque la sal no se reconoce más que por una fuentecilla salada, que se explota, y por numerosos hundimientos en forma de pequeños y profundos embudos que hacen peligroso aquel terreno y que recuerdan las *bofias* de Cardona.

Más aún: á 10 kilómetros al S. de Cardona, en la carretera de Manresa, la bóveda que forman las capas oligocenas, que hemos citado en Suria, es la repetición del fenómeno que puso al descubierto la sal en Cardona. En Suria, bajo los yesos, se encuentra un criadero de sal que en vano se ha intentado explotar, pues está demasiado próximo á otra mina mucho más rica. Este anticlinal de Suria se reproduce 15 kilómetros al O. en Pinós; en un barranco que se llama de los *Ars*, los yesos están ampliamente desarrollados bajo los maciños oligocenos dislocados, presentándose también una fuente salada.

Esta constancia en la aparición de un criadero de sal íntimamen-

te relacionado á los fenómenos de dislocación de los lechos oligocenos, y la ausencia, constante también, de las rocas triásicas que por sí solas podrían asegurarnos de la edad del depósito, parece demostrar que tal depósito no es independiente de la formación de los estratos oligocenos: constituye un accidente en la sedimentación de esta época, y no se debe ver en esta sal un testimonio de los tiempos triásicos.

Aparte de esto, el depósito de sal en las aguas terciarias no sería un fenómeno único en esta época: conocemos en la provincia de Zaragoza, lindante con la de Lérida, el hermoso criadero de sal de Remolinos, donde este mineral se encuentra en capas horizontales, intercaladas en arcillas de origen salobre, cuya edad miocena es indiscutible.

L. M. VIDAL.

Octubre de 1898.

Con motivo de las precedentes notas acerca del Montserrat y del criadero de sal de Cardona, M. L. CAREZ hizo las observaciones siguientes:

«*Pudingas del Montserrat.*—Al contrario de lo que había creído anteriormente, los elementos de las pudingas del Montserrat proceden indudablemente de la costa y no del N., ó sea de la cadena pirenaica. En efecto: si desde la estación de Monistrol se mira al Montserrat, se ve claramente que la parte oriental de la montaña está casi enteramente formada por pudingas, mientras que en la región occidental no se presentan más que en la parte superior: las calizas y margas numulíticas se intercalan en cuña entre las pudingas.

En mis primeras observaciones, en España en 1879, pude ya comprobar este hecho, pero no lo interpreté bien: el espesor de las pudingas en la bajada del Monasterio á Collbató, es infinitamente más considerable que por el lado de Castellolí.

No obstante, si bien el origen costero de las pudingas del Montserrat parece absolutamente demostrado, no dejan de presentarse para su explicación algunas dificultades. En efecto: la región primaria y secundaria comprendida entre Barcelona y Vendrell alcanza actualmente una altitud muy pequeña, del todo insuficiente para explicar la existencia de las corrientes violentas necesarias para el

transporte de esas masas de guijarros: debía, pues, existir en este punto, hacia el fin del periodo numulítico, un macizo montañoso cuya desaparición difícilmente puede atribuirse á la denudación: tan colosal debía suponérsela. Por consiguiente, parece más razonable admitir el descenso por hundimiento de la zona costera, para explicar esta modificación tan considerable en el relieve desde el final del Numulítico.

No debe olvidarse, por lo demás, que otras pudingas que parecen de la misma edad que las del Montserrat existen en las dos vertientes de los Pirineos, desde un extremo al otro de la cordillera, y que no deben proceder de la cordillera litoral, sino de la pirenaica. Seguramente en esta época el fenómeno fué general y probablemente debido á lluvias de una abundancia prodigiosa.

*Sal de Cardona.*—Las opiniones más contradictorias se han emitido acerca de la edad y origen de este soberbio criadero de sal, y así debía ser, si se considera que no se conoce el *substratum* de la masa y que jamás se han encontrado fósiles en las capas de arcilla intercaladas en ella.

Siu afirmarlo en absoluto, por carecer de pruebas decisivas, creo que la sal es triásica, y apoyo mi opinión en la observación de los hechos siguientes:

- 1.º Los pliegues de la sal y de las capas arcillosas intercaladas.
- 2.º La discordancia entre las capas de sal con sus margas intercaladas, y las hiladas oligocenas.
- 3.º La localización de la sal.

Por lo que concierne al primer punto, basta fijar la vista sobre las fotografías de M. Vidal ( lám. 4) para ver la intensidad de estos pliegues, tan claramente indicados por la alternación de los lechos de margas y de sal; por el contrario, las hiladas oligocenas que descansan sobre la sal, presentan las ondulaciones muy poco acentuadas y en todo diferentes de los pliegues agudos y apretados de la masa salina. Veo en este hecho la prueba de diferente edad entre las dos partes.

La discordancia me parece absolutamente demostrada, á pesar de que algunos de nuestros compañeros sean de parecer contrario: en todos los sitios en que he examinado el contacto, la discordancia existía. El yeso superpuesto á la sal lo considero como perteneciente al oligoceno.

Y por fin, á la localización de la sal, cuya presencia, señalada por

afforamientos ó manantiales salados, no se manifiesta más que en tres puntos: Cardona, Suria y Vilanova de Aguda. Y no obstante, los pliegues de los lechos oligocenos presentan frecuentemente el afloramiento del nivel donde se encuentra la sal en Cardona, sin que este mineral aparezca. Es muy digno de observar, además, que Cardona y Vilanova de Aguda se encuentran en la prolongación del Trias, indudablemente de la provincia de Lérida, el que desaparece bajo el Terciario cerca de Camarasa.

Seguramente, por efecto de los anticlinales, aparece la sal en Cardona y Suria; pero estos anticlinales son anti-terciarios, y sobre ellos se depositaron los lechos oligocenos.

Si opto por esta solución es porque mis observaciones en los Pirineos me han llevado á encontrar gran número de sitios semejantes: el Trias, con ó sin sal y yeso, aparece constantemente en las más extrañas formas y en contacto con terrenos en los que su presencia parece á primera vista inexplicable.

M. DEPÉRET participa de la opinión de M. Carez: en Argelia como en el Pirineo francés, el Trias asoma al través de distintas formaciones, penetrando en ellas sus rocas cual si se tratara de una pasta blanda.

Para M. DOLLFUS, á continuación de la sal se depositó el yeso; la sal de Cardona sería oligocena, puesto que el yeso superpuesto á ella es concordante con las areniscas rojas superiores, cuyas capas están horizontales ó solamente onduladas. Los pliegues de la sal serian debidos á un fenómeno puramente mecánico, sin relación alguna con la sedimentación; los pliegues, por lo demás, son menos agudos en la cúspide que en la base y se aproximan más á la marcha de las capas superiores.

M. BERGERON observa que la sucesión de los depósitos por evaporación es la siguiente: yeso, cloruro de sodio, y después sales de potasa y magnesia; el yeso de la parte superior es debido á la evaporación de otra agua que la que habia depositado la sal. Si los pliegues son más agudos en la parte inferior que en lo alto del criadero, esto puede provenir de que en la parte superior las capas han podido ensancharse más fácilmente, gracias á su elasticidad propia, allí donde una gran parte de los sedimentos han sido arrastrados. La concordancia de las capas no puede ser invocada como un argumento decisivo, pues tratándose de depósitos arcillosos pueden, bajo la presión, modelarse sobre las capas en contacto.

M. STUART-MENTEATH agrega que pliegues idénticos á los de Cardona se presentan en todas las minas de sal, y que en España todas las sales son de la época eocena ú oligocena.

MM. BERGERON y DEPÉRET son de parecer que la sal puede ser triásica y el yeso oligoceno.

M. G. DOLLFUS no discute el orden en el depósito de las sales por evaporación de los lagos salados: hace constar únicamente que en la mayor parte de los criaderos de sal se encuentra el yeso, tanto en su base como en su cumbre.

En la cuenca de Paris se encuentran lechos de sal en la base de la formación yesosa de Montmartre, y precisamente él considera las capas de Cardona como contemporáneas de las de *Palæotherium* de Montmartre. En los depósitos salíferos del E. de Francia el yeso está intimamente mezclado con la sal. Persiste en considerar que hay unidad estratigráfica en el conjunto de las capas que se observan en Cardona, y que la molasa roja sobre que está edificado el pueblo es concordante, por una sucesión insensible y por capas más y más onduladas, con las de sal, que aparecen plegadas en el fondo del valle, participando, por consiguiente, de la opinión de los geólogos españoles.»

## VI

## EXCURSIÓN A MONCADA Y SARDANYOLA

Partiendo desde Manresa para Moncada, después de atravesar la serie del eoceno marino y lacustre, el Triás, el Paleozóico y el Plioceno del llano del Vallés, se llega á Moncada, pueblo edificado sobre la vertiente oriental de un cerrillo llamado «Fermi,» constituido por pizarras maclíferas y cruzado por el túnel del ferrocarril de Barcelona á San Juan de las Abadesas.

Por el lado N. este cerro queda limitado por la confluencia del Ripoll y del Besós; este último río atraviesa por una hoz la cadena litoral ó del Tibidabo, de la que forma parte el pico de Moncada. El tajo del Besós permite darse cuenta exacta de la constitución geológica de esta parte de la cadena. La línea de Barcelona á Cervera, por su ramal del interior ó de Granollers, sigue su orilla derecha, mientras que la línea del N. cruza por el collado que separa el cerro «Fermi» del pico de Montcada, y sigue por el Ripoll.

Cerca de la estación, en la trinchera de la vía abierta en el collado, se ven las pizarras maclíferas con buzamiento de 65° al N., pizarras que, cortadas por el túnel del cerro «Fermi,» se presentan con enorme espesor, puesto que pasan por debajo del pueblo de Moncada, atraviesan el Besós y se reúnen á las de la cadena inmediata para constituir su vertiente NO., donde se cargan de mica en la proximidad del granito. Pertenecen á la aureola interior metamorfoseada por el granito, que forma gran parte de la región oriental de la cadena litoral, extendiéndose hasta el Tibidabo. Estas pizarras, así como el granito, están atravesadas por numerosos filones de pórfido cuarcífero, de sienita y de cuarzo.

En la trinchera del ferrocarril pueden observarse las pizarras atravesadas por vetas ó filones irregulares y sinuosos de cuarzo blanco, y otras grises, sericiticas con cuarzo negro, que suceden á las pizarras maclíferas en discordancia de estratificación; aquéllas buzau al SO. y al S., mientras que las maclíferas se inclinan al N. y al NO. Las pizarras sericiticas tienen aspecto craso, dan al tacto la misma

sensación que el talco, son menos cristalinas que las otras, pero pasan á ellas insensiblemente desde el punto de vista mineralógico; la sericita se presenta en pequeños cristales lamelares sin contornos bien definidos. Están igualmente atravesadas por filoncillos de cuarzo blanco y siempre muy replegadas. Las capas más silíceas contienen á veces *Bilobites* mal conservados.

A 150 metros de la estación, cerca de la fuente *Pudenta*, se encuentra una manchita de pizarras negras ampelíticas con grafito y pirita de hierro, en discordancia con las pizarras con sericita; la trinchera de la vía corta á estas capas, y deja ver un pliegue echado y bien manifiesto.

En la ascensión al pico de Moncada por su flanco NO., se observan, por encima de este pliegue echado, primeramente pizarras silíceas atravesadas por filoncillos de cuarzo blanco, alternando con otras pizarras silíceo-ferruginosas que contienen nódulos aplastados: se apoyan en discordancia sobre las pizarras sericiticas de la base y buzau, en general, hacia el S. A 56 metros próximamente, por encima de la vía, se encuentra una grauvaca gris-pizarreña, con algunos nódulos silíceos y con buzamiento siempre al S. Un poco más arriba, y del lado del O., se observa en la grauvaca cuarcífera un isleto de esta misma roca, pero más arcillosa, celular, con nódulos y fósiles, que á su vez se halla cubierta por una capa menos dura, muy ferruginosa y de color más oscuro.

Este conjunto de capas de grauvaca constituye el tramo con *Orthis* de grandes costillas y con *Cystideos* del nivel de Caradoc. Su espesor es de 50 metros, y contiene las especies siguientes:

*Orthis Actoniae*, Sow.

— *vespertilio*, Sow.

— *calligramma*, Dalm.

— *testudinaria*, Dalm.

*Leptaena sericea*, Sow.

*Echinosphærites* cf. *balticus*, Eichw.

*Favosites* sp.

*Ptilodyctia costellata*, M'Coy.

Por el examen de los ejemplares que hemos enviado á M. Barrois, ha reconocido este geólogo el nivel de Caradoc con sus *Orthis* y sus

*Cystideos* característicos. «Esta lista de fósiles, dice M. Barrois <sup>(1)</sup>, permite referir el nivel de Moncada á la caliza de Bala, de facies septentrional, cuya presencia hemos reconocido en 1880 en la faja siluriana meridional de Barraude, en Bretaña, modificando así de una manera notable la teoría de Barraude sobre la existencia de estas provincias naturales en la época siluriana. Desde entonces la extensión de esta fauna de Caradoc se ha confirmado muchas veces.... Actualmente sabemos también que la fauna de la caliza de Bala se extendió de modo continuo sobre todo el O. de Europa, presentando las mismas formas características comunes en Shropshire, Finisterre, Herault, Alto Garona y Cataluña.»

Por encima viene, en concordancia de estratificación, una hilada de arenisca; los fósiles son más escasos, no encontrándose más que *Favosites*, *Cystideos* y algunos *Orthis*.

Sobre esta serie se apoya en discordancia una caliza azulada de facies amigdaloides, con numerosas venillas de limonita y algunos filoncillos de cuarzo. Siguiendo hacia el E. el límite inferior de esta caliza, se la ve en su extremidad N. descansar sobre pizarras blancas calizas con *Graptolitos* del siluriano superior, discordantes sobre las pizarras arenosas del siluriano inferior.

El camino sigue la caliza dura, compacta, de facies parecida al mármol amigdaloides de los Pirineos, en bancos irregulares y fragmentados de algunos metros de espesor. Contiene esta caliza numerosos artejos de *Encrinus* y raras *Clymenias* (?) y *Braquiopodos*.

A 270 metros de altitud se presenta un pequeño escalón ó resalto, en el cual no se encuentra la caliza amigdaloides, sino solamente las pizarras inferiores con *Graptolitos*. En este lugar hay, pues, un cambio completo: los bancos de caliza dirigidos E.-O. se levantan hasta la vertical; aparecen pizarras blancas, amarillentas, rojizas ó violáceas, levantadas y plegadas, y también bancos calizos alternando con las pizarras violáceas y rojizas. En la superficie del resalto las pizarras parecen formar una tenue costra sobre la caliza; pero el conjunto constituye un sinclinal pequeño, claramente manifiesto por las calizas azuladas con *Tentaculites*, que pertenecen á un nivel más alto. Las pizarras calizas blancas contienen impresiones de *Graptolites* poco determinables; algunos de éstos recuerdan al *Monograptus colonus*, que se encuentra también en Brugués. A consecuencia de los

(1) Barrois, *Ann. Soc. geol. du Nord*, tomo XIX, pág. 66.

pliegues reaparecen en diversos sitios, principalmente á 50 metros por debajo del vértice del pico, siempre cubiertos por la caliza azulada.

Las pizarras rojas intercaladas en capas delgadas en los bancos calizos contienen: *Leptaena corrutaga*, Richter, bastante frecuente; *Orthis*, *Strophomena*, *Lingula*, *Avicula*, pequeños braquiópodos, etc. M. Barrois, al que hemos enviado los fósiles encontrados en estas pizarras, los ha referido al nivel del devoniano de la Turingia. Se pueden referir, dice <sup>(1)</sup>, á este nivel las pizarras de las capas superiores de Moncada, en las cuales he podido reconocer:

*Tentaculites Geinitzianus*, Richter.

*Leptaena corrugata*, Richter non Porlock.

*Pleurodyctium Selcanum*, Gieb. (?) <sup>(2)</sup>.

Tallos de *Encrinus*.

Pero es necesario observar que ni los *Tentaculites* ni los tallos de *Encrinus* se encuentran juntamente con la *Leptaena*, sino en capas calizas de formaciones diferentes, como claramente se representa en el corte adjunto (fig. 12).

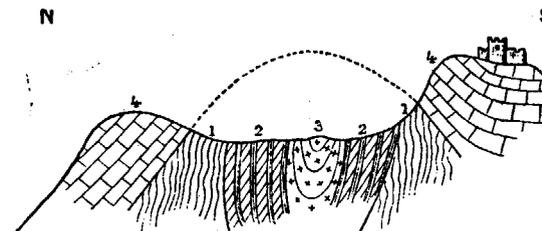


Fig. 12.—Corte de la cumbre del Pico de Moncada. Longitud, 60 metros.

1, filadidos con *Graptolitos*; 2, calizas y pizarras alternantes con *Leptaena corrugata* (el espesor de las pizarras aparece exagerado); 3, caliza azul, nodulosa, con *Orthoceras*; 4, caliza amigdaloides con *Encrinus*.

Por encima de las calizas, con intercalaciones de pizarras, vienen bancos de caliza azul, margosos, nodulares, muy duros en algunos

(1) Barrois, *Observations sur le terrain devonien de la Catalogne: Ann. Soc. geol. Nord*, tomo XX, pág. 63.

(2) Este ejemplar procede de «Can Amigonet,» de Papiol, que no está lejos de Moncada.

sitios, con numerosos *Orthoceras* indeterminables, *Encrinus*, *Kraclowna* y, sobre todo, *Tentaculites* (*T. Geinitzianus*). En la base es en donde principalmente son nodulares estas calizas: en un nódulo hemos encontrado el *Monograptus Roemeri*, Barrois. Las calizas con *Tentaculites* pertenecen á un nivel más alto que las calizas y pizarras con *Leptaena corrugata*; las calizas amigdaloides con *Encrinus*, que en otro tiempo debían formar la bóveda del anticlinal, han desaparecido por efecto de la rotura de esta bóveda <sup>(1)</sup>.

La cumbre del pico (295 metros) está constituida por bancos de caliza compacta dolomítica muy inclinados al S., en sentido contrario de las precedentes, lo que demuestra que se trata de un anticlinal roto. Los bancos que constituyen la cumbre y los que forman la vertiente meridional están muy dislocados y tienen buzamientos variables; se apoyan también sobre la grauvaca con *Orthis Actoniæ* que rodea la colina.

La tectónica de esta interesante colina se explica satisfactoriamente suponiendo que se trata de un pliegue anticlinal echado, con pequeños sinclinales que se indican por la presencia en diversos parajes de las pizarras con *Graptolitos*.

Es posible que este anticlinal se relacione con el gran anticlinal del Tibidabo. Sin embargo, está situado un poco más al NE. La caliza amigdaloides, que en otro tiempo se extendía por la cordillera, contribuyendo con el triás á la constitución del gran anticlinal litoral, ha desaparecido casi completamente, no quedando más que pequeños retazos de ella sobre las dos vertientes. En la del litoral se encuentra uno que forma por el E. el cerro de Mongat, por el centro el serrijón de Valcarca y por el O. el de Brugués. Sobre la vertiente opuesta se observa un isleo en Coll Blanc; otro en el centro de la cordillera por encima de Valvidrera; otro entre la Torre Negra y San Cugat; al O. se encuentran los de la montaña de Santa Creu de Olorda, formando uno de ellos, del siluriano superior, la cumbre, y el otro, sobre la vertiente SO., está asociado á una mancha carbonífera (grauvaca del Culú); y, por último, los isleos de San Bartomeu de la Cuadra y de Papiol.

En este conjunto de manchas de calizas paleozóicas hay que ver necesariamente los restos de un anticlinal denudado.

Desde la cumbre del pico de Moncada se desarrolla un vasto pa-

(1) Barrois. *In litteris*.

norama: al O. el llano del Vallés, débilmente ondulado, cubierto de aluviones del Pontiense, y el Panadés; más allá, hacia el N., la sierra eocena de Montserrat, San Llorens del Munt y la escarpa de Berti; al N., el macizo antiguo del Montseny, y limitando el horizonte la cordillera de los Pirineos con su pico culminante de Puigmal; al E., la cordillera granítica litoral cortada por el río Besós, y más allá el Mediterráneo; al S., el llano de Barcelona cubierto por el Cuaternario, el Montjuich y la sierra paleozóica del Tibidabo de que forma parte el punto de observación.

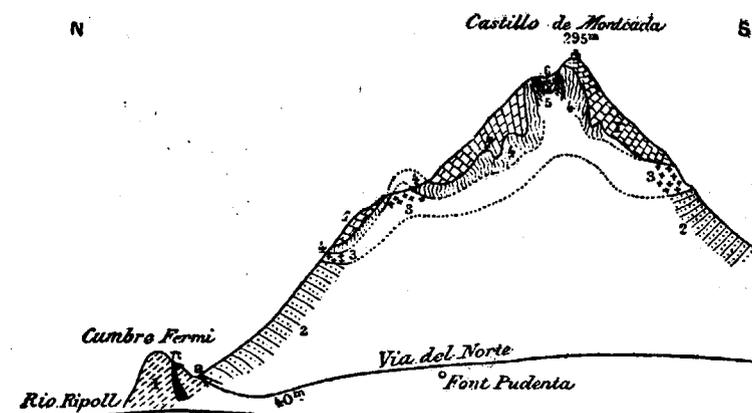


Fig. 43.—Corte de la vertiente N. de la colina de Moncada.

Escala: longitud, 1/1000; alturas libres.

- 1, filadios maclíferos; 2, filadios satinados; 3, grauvaca silicea (Siluriano inferior); 4, filadios con *Graptolitos*; 5, pizarra con *Leptaena corrugata*; 6, caliza azul con *Orthoceras*; 7, caliza amigdaloides y dolomítica con encrinos;  $\pi$ , filón de pórfido cuarcífero;  $\alpha$ , estación del camino del Norte.

Al bajar en dirección al pueblo, se vuelven á cortar las capas siguientes: después de las pizarras blancas con *Graptolitos* y la caliza amigdaloides que las cubre, se encuentran las pizarras blancas alternando con otras rojas ferruginosas; siguen luego las hiladas superiores de la grauvaca (nivel de Caradoc) que forman una pequeña grada por efecto de la faja de caliza amigdaloides que está debajo. Diez metros más abajo encontramos otra faja de caliza amigdaloides de 30 metros de ancho, de poco espesor, y constituida por bancos dislocados. Se apoya, en discordancia, sobre las pizarras ferruginosas con

filones de hematites, intercalada en las pizarras blancas con *Graptolitos*. Este conjunto cubre a la grauvaca silíceo-pizarreña que buza también hacia el S. ó el SO. Debajo se encuentran las pizarras con sericita (Cambriano?) de más de 60 metros de espesor, atravesadas por filones de pórfido cuarífero, buzando siempre al S. A las pizarras con sericita siguen las pizarras maclíferas del collado y cerro de Fermi, en discordancia con las primeras.

Los asomos de la caliza amigdaloides con *Encrinus* y de las pizarras con *Graptolitos* a diversos niveles, sobre todo en la abrupta vertiente oriental, donde se ve la caliza acuñada entre los pliegues de las pizarras con *Graptolitos*, ponen de manifiesto la existencia de numerosos pliegues en estas rocas. En esta vertiente, los bancos de caliza amigdaloides, muy dislocados, descienden hasta el tercio inferior de la colina, descansando ya sobre la grauvaca, ya sobre las pizarras con *Graptolitos*, según el nivel a que llegan.

En la trinchera del camino de San Juan de las Abadesas se observan las pizarras con sericita, plegadas, buzando fuertemente hacia el N., y atravesadas por filones de cuarzo blanco y de pórfido cuarífero, alterado, amarillento. Esta roca está compuesta por ortosa, mica blanca, clorita y algo de cuarzo; se ven también fragmentos de pizarra empastados en la roca.

En resumen, en la sierra de Moncada hemos encontrado las formaciones siguientes (fig. 11, pág. 51): el Cambriano, representado por pizarras maclíferas y pizarras con sericita; el Ordoviciense, por la grauvaca con *Orthis* y *Cystideos*; el Gothlandiense con sus pizarras blancas con *Graptolitos*, y el Devoniano representado por tres tramos: pizarras amarillentas ó violadas con *Leptaena corrugata*, calizas azules con *Tentaculites* y calizas amigdaloides con *Encrinus*.

Bajando a Sardanyola por el lado del O. de la sierra de Moncada, cerca de la quinta Oller, existió antes una gruta que ya ha desaparecido por efecto de la explotación de la caliza amigdaloides, y estaba llena de limo y toba cuaternaria brechifera que contenían fragmentos de huesos, habiéndose encontrado, entre otros, media mandíbula de *Ursus spelæus*, Blum.; entre el limo se halló una valva de *Pectunculus glycymeris*, Lin.

La estación y el pueblo de Sardanyola están edificadas sobre los limos con nódulos del Cuaternario que cubren casi todo el llano del Vallés.

Después de atravesar el barranco Riusec, cerca de la estación, y dirigiéndose al SO., se llega a la torre ó quinta de Giralt. Al hacer

un pozo en esta finca se sacaron margas arenosas del nivel marino más alto del Mioceno, que contenían *Cerithium pictum*, Bast., en abundancia, y además *Nassa Schönni*, H. y Au.; *Turritella gradata*, Menke, etc. Desgraciadamente para nosotros, las margas se habían mezclado a la tierra superficial, y no se pudieron encontrar más que algunos ejemplares malos de *Cerithium* y *Turritella*. Estas margas están cubiertas por el Pontiense, y éste, a su vez, por el Cuaternario; ocupan el mismo nivel estratigráfico y contienen la misma fauna que las capas de Hortons (Gélida) y de San Pau de Ordal: corresponden, pues, al Sarmatiense; pero no obstante, no se ha encontrado en ellas la *Mactra podolica*. Por lo demás, tienen muy poco espesor en este sitio.

Muy cerca de esta quinta se observa un banco con *Ostrea crassissima* y *O. gingensis* por encima de las capas con *Cerithium*, que indica la proximidad de la costa sarmática; este banco descansa sobre las pizarras paleozóicas de la vertiente N. de la cordillera del Tibidabo. Si desde este punto nos dirigimos hacia el arroyo de San Cugat que sigue el flanco NO. de la cadena paleozóica y la separa de los depósitos terciarios, en la mitad de la cuesta se encuentra un banco de caliza grosera arenosa, que corresponde al nivel margoso de la quinta Giralt, cuajado de jacillas de *Cerithium pictum*. Un poco más abajo se ve un depósito calizo brechiforme llamado cantera de Canaletas, formado a expensas de las pizarras y cuarzos blancos paleozóicos. Se apoya también sobre las pizarras paleozóicas que forman una pequeña eminencia semejante a la que contiene el banco con *Ostrea crassissima*. La caliza brechiforme no contiene *Cerithium pictum* ó por lo menos se encontrará muy excepcionalmente.

En las capas margo-arenosas y en la caliza grosera arenosa con *C. pictum*, se encuentran las especies siguientes:

*Nassa præ-Hörnési*, Hörn. y Auing.

*Cerithium lignitarum*, Eichw.

— *inconstans*, Bast.

— *mutabile* Gratel, var.

*Bitrium* sp.

*Turritella terebralis*, Bast.

— *cathedralis*, Brong. (solamente en la caliza).

*Neritina concava*, Férussac, var.

*Ostrea digitalina*, Dubois.

— *fimbriata*, Gratel.

- Anomia ephippium*, Lin.  
 — *costata*, Brocchi.  
*Arca lactea*, Lin.  
 — *diluvii*, Lamk., var.  
*Cytherea* sp.  
*Tellina* sp.  
*Corbula gibba*, Olivi.  
 — *revoluta*, Cocconi, etc.

Algunas de estas especies se encuentran en el depósito brechiforme inferior; además, se encuentran al estado de moldes casi siempre las siguientes:

- Fusus* sp.  
*Conus* sp.  
 — *Dujardini*, Hörn. (*canaliculatus* auct).  
*Turritella turris*, Bast.  
*Cerithium* sp.  
*Ostrea gingensis*, Schlotheim.  
 — *crassissima*, Lamk.  
*Anomia costata*, Brocchi.  
*Pecten galloprovincialis*, Matheron.  
*Lithodomus lithophagus*, Lin.  
*Pectunculus* sp.  
*Arca* sp.  
*Lucina catalaunica*, Almera y Bofill.  
*Cardium Darwini*, Mayer.  
*Cytherea* sp.  
*Tellina planata*, Lin.  
 — *lacunosa*, Chemn., var.  
*Lutraria oblonga*, Lamk., etc.

Esta fauna nos indica que el mar tortoniense en un principio, y después el mar sarmático, han penetrado entre esas dos eminencias paleozóicas formando un pequeño golfo. La abundancia de *C. pictum* y los sedimentos margo-arenosos indican claramente la facies de estuario en la época sarmática, de la misma manera que las brechas con su fauna acusan la proximidad de la costa en la época tortoniense.

El mar helvético termina á un quilómetro al O. de este sitio; en

los sedimentos arenosos de esta época se encuentran, entre otras especies, *Amphiope bioculata* y *Pecten Fuchsi*.

Regresando desde este paraje á la estación, se encuentra un montículo formado por sedimentos del Pontense continental con *Hipparium gracile* y *Mastodon longirostris*. Este tramo ocupa casi toda la superficie de la cuenca del Vallés y del Panadés: está constituido por limos que alternan con lechos de guijarros que van predominando á medida que se avanza hacia el N., y al propio tiempo las arenas silíceas reemplazan á los limos. En la región media del valle su espesor pasa de 500 metros; forma colinas denudadas en todos sentidos, cuya altitud pasa á veces de 250 metros, dando al país un aspecto especial.

Como puede observarse, estos depósitos son semejantes á los del miceno superior de la cuenca del Ródano.

El origen del valle de que se trata debe atribuirse á un hundimiento anti-mioceno que permitió el paso del mar por el Panadés al O. Las aguas marinas invadieron toda la cuenca del Panadés-Vallés, costeano el pie de la cordillera litoral actual que no estaba aún cortada por el Besós y el Llobregat; más tarde se verificó la quiebra que obligó á desembocar en el Mediterráneo á esos dos ríos.

Como prueba de que el mar tortoniense se extendía más al N. en el Vallés, basta observar los depósitos marinos situados sobre la otra orilla del Ripoll, en el caserío de Mas Rampinyo, más allá de Moncada. En efecto: en la trinchera del ferrocarril de San Juan de las Abadesas, cerca de la estación y bajo las guijarreras del Pontense continental, se presentan arcillas de agua salobre correspondientes al sarmático, que representan un depósito litoral fosilífero. En la parte superior las arcillas son margosas y contienen las conchas marinas é impresiones vegetales siguientes:

#### 1.º—CONCHAS MARINAS.

- Ostrea* sp.  
*Anomia ephippium*, Lin.  
*Nassa* sp.  
*Natica* sp.  
*Arca diluvii*, Lamk., var.  
*Lucina miocenica*, Michtti.  
*Mytilus* sp. (frecuente).  
*Nucula* sp.

*Tellina* sp.  
*Corbula gibba*, Olivi.  
*Psammobia Feroensis*, Chemnitz.

## 2.º—VEGETALES.

*Mirica salicina*, Unger (común).  
*Laurus* sp.  
*Cinnamomum Scheuchzeri*, Heer.  
*Sapindus falcifolius*, Heer.  
*Cassia lignitum*, Unger.  
 — *Fischeri*, Heer.  
*Leguminosites Proserpina*, Heer.  
 — *Undulata*, Heer.  
 — *strangulata*, Heer.  
 — *elliptica*, Heer.  
*Colutea macrophylla*, Heer, etc.

Estas capas cubren otro depósito (tortonense), también litoral, constituido por arenas blancas silíceas y areniscas, que aparecen muy manifiestas en la pequeña trinchera abierta 100 metros más allá de la estación. Contienen:

*Turritella (Proto-cathedralis)*, Brgt.  
*Conus* sp. (moldes).  
*Ostrea* sp.  
*Anomia costata*, Broc.  
*Cytherea* sp. (moldes).  
*Venus* sp. (moldes).  
*Scutella* sp.

Por encima de este punto, ó sea hacia el N. y NE., los depósitos marinos desaparecen bajo los aluviones póniticos que se apoyan sobre el borde de la cordillera litoral por el lado del SE., y sobre el de la cordillera central por el NO. El Ponticense alcanza allí gran espesor, y es de facies torrencial, sobre todo al pie de la cordillera central.

Octubre de 1898.

J. ALMERA.

## VII

## Á GRACIA Y EL COLL (HORTA), Y AL TIBIDABO Y ESPLUGAS

Con el propósito de visitar el terreno paleozóico y el plioceno de los alrededores de Barcelona, fuimos á Gracia, y en dirección al N. atravesamos las calles de este barrio, edificado sobre travertino cuaternario que se apoya sobre el plioceno marino, como lo demuestran las arenas amarillentas y las arcillas azules que se han cortado en las perforaciones de los pozos. Estos dos tramos son fosilíferos; pero las arcillas areníferas del Plaisanciense lo son en mayor grado que las arenas amarillentas astienses.

Estos depósitos pliocenos se apoyan en profundidad, ya en las pizarras, ya en el granito descompuesto, sobre el cual se eleva el pequeño contrafuerte de Valcarca. El granito se presenta á 400 metros al N. de Gracia, donde debió formar las escarpas del mar plioceno, puesto que los depósitos inmediatos á ella contienen en abundancia fragmentos de esta roca.

Después de los trabajos de Pratt, de Verneuil y Collomb, M. Vézian<sup>(1)</sup>, hizo un detenido estudio de este contrafuerte paleozóico, y más tarde M. Carez<sup>(2)</sup> y los Sres. Maureta y Thos<sup>(3)</sup> se han ocupado también del asunto.

Atravesando el barrio, pudimos observar en las trincheras abiertas en una pequeña colina para la apertura de nuevas calles, la roca de que se compone el contrafuerte en cuestión: es la grauvaca del Culm, de facies litoral, compuesta de una especie de toba gris obscura con pequeños guijos cuarzosos, atravesada por venillas calizas y silíceas en todas direcciones. Ordinariamente está endurecida y presenta el aspecto de la arenisca.

Este depósito rodea casi toda la parte caliza del contrafuerte, la

(1) *Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone*, págs. 42 y 43.

(2) *Etudes des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*, páginas 77 y 78.

(3) *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona*, página 252: *Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España*.

toca en unos parajes y descansa sobre ella en otros, como se verá en Valcarca y en Coll al describir la vertiente opuesta.

Saliendo del barrio por la carretera en construcción que debe conducir á Horta por el collado del Carmelo (Portell del Coll), después de una pequeña zona cuaternaria, hemos encontrado bancos levantados de caliza dolomítica de color pardo, algo astillosa, cruzados en todas direcciones por venillas de óxido de hierro hidratado que dan á la roca estructura pseudo-brechiforme y aspecto semejante á la caliza amigdaloides. Se halla atravesada esta caliza por un filón de pórfido cuarífero, compuesto de cuarzo, de ortosa y de mica negra clorítica. En una cantera ya abandonada de la orilla del camino, parece estar cubierta por la caliza amigdaloides, dura y mármorea, sin indicios de tránsito á dolomía. La caliza contiene tallos de encrinos espatizados y cristales de pirita de hierro. En todos los parajes donde se encuentra esta caliza, aparece muy dislocada; pero en la vertiente de que tratamos está plegada y forma un sinclinal dirigido de E. á O. paralelo al contrafuerte, como se ve claramente en la cantera próxima al caserío de Baró.

El sinclinal se acusa también en las pizarras infrapuestas á la caliza. Esta roca se explota para la fabricación de cal, como piedra de construcción y de pavimentos.

Por debajo de las calizas vienen arcillas pizarreñas con mineral de hierro, explotado antiguamente en este sitio, conservándose todavía las galerías. El mineral se encuentra ordinariamente al estado de hidrato de hierro, mezclado en gran proporción con arcilla ferruginosa. La superficie de los trozos de mineral y el interior de las geodas están cubiertos de ocre rojo ó amarillo, de pequeños cristales de carbonato de cal ó de dolomía, y de hematites parda en capas delgadas y fibrosas.

La hematites y la arcilla ferruginosa acompañan siempre, como se ve en Moncada, y como veremos en otros parajes, ya á la caliza dolomítica, ya á la amigdaloides, y se encuentran constantemente intercaladas entre dos rocas completamente discordantes: la caliza por encima, y por debajo pizarras muy dislocadas y extremadamente replegadas. La hilada arcillo-ferruginosa es de color rojizo, violeta, azul ó negruzco, por efecto de la ampelita. El mineral es á veces lo bastante abundante para formar verdaderas masas ampelíticas dentro de las capas pizarreñas.

Estas capas pertenecen al nivel con *Graptolitos* que hemos visto

en Moncada, y que encontramos más arriba con los mismos caracteres y también con *Graptolitos*.

Por debajo de estas capas, como ya hemos visto en la misma carretera y en la vertiente S.-SO. del contrafuerte, se encuentra la grauvaca del Siluriano inferior (*Ordoviciense*) formada por capas pizarreñas, arcillosas ó arenosas, ferruginosas, de color violeta, agrisado ó amarillento, levantadas y plegadas. Estas grauvacas ofrecen los mismos caracteres que las del nivel de Caradoc que se encuentran por encima de la Font Pudenta de Moncada. En ciertos niveles, como en Moncada, aparecen cuajadas de moldes y jacillas de *Cistideos* y de *Orthis*. Entre otras especies se encuentran:

*Orthis Actoniæ*, Sow.

— *calligramma*, Dalm.

— *vespertilio*, Sow.

— *testudinaria*, Dalm.

*Strophomena* sp.

*Echinospherites* cf. *balticus*, Eichw.

Tallos de *Cistideos* muy frecuentes.

Los tipos son los mismos que en Moncada.

Por debajo vienen pizarras lustrosas, silíceas, que descansan, como en Moncada, sobre otras cristalinas maclíferas que se muestran bien desarrolladas á poca distancia de este punto, hacia el N. y NE. de esta misma colina.

Al subir por la vertiente de la colina, se ve perfectamente la discordancia entre las capas calizas dolomíticas y las pizarras arcillosas, porque la trinchera del camino y el barranco han puesto al descubierto la superposición directa de la caliza sobre las pizarras silurianas con bancos de dolomía intercalados.

En el collado del Carmelo las pizarras arcillosas silurianas son azules, desprovistas de fósiles y cubiertas en discordancia por los bancos de dolomía brechiforme. Sobre esta dolomía está edificada la ermita de Nuestra Señora del Carmelo, que da su nombre al collado, que antes se denominaba Coll del Portell.

Desde este punto se domina el bonito valle de Horta, constituido al S. por las pizarras silurianas, y más abajo por las pizarras cristalinas, formando los flancos O., N. y E. del contrafuerte Baro-Coll, el granito y las pizarras cristalinas maclíferas. Una gran parte del

valle está cubierta por el limo cuaternario travertinoso que frecuentemente oculta al granito.

Desde Carmelo seguimos la vereda del Coll y Valcarca que corta primeramente los bancos de dolomía apoyados sobre las pizarras y buzando muy inclinados hacia el valle de Horta. Muy cerca de la ermita del Coll se ve un asomo de pórfido cuarcífero á través de las pizarras silurianas.

Subimos luego á la colina Mora (200 metros) con objeto de examinar las relaciones entre la dolomía y la caliza y las pizarras arcillosas con *Leptaena corrugata* y *Graptolitos*.

En esta vertiente del N. se observa que las dolomías y las calizas amigdaloides tienen muy pequeño espesor, porque las pizarras arcillosas, sobre las que descansan, asoman por muchos puntos. Pasada la caliza, nos encontramos con una zona de pizarras al descubierto en unos 140 metros de recorrido próximamente. De abajo arriba se suceden (fig. 14): las pizarras blancas margosas con *Graptolitos* como en Moncada; por encima, en discordancia, las pizarras, también margosas, abigarradas, con *Leptaena corrugata*, y hacia la cumbre, como en Moncada, bancos de caliza margosa azulada, casi verticales, con *Orthoceras* muy numerosos, *Tentaculites* y *Kralowna*. Los bancos calizos en contacto de las pizarras con *Leptaena*, presentan intercalaciones de pizarras que contienen esta misma especie. Este hecho se observa también en las colinas próximas á la granja Baró del Putxet, así como en el pico de Moncada; en fin, por encima vienen calizas compactas, pardas y dolomíticas.

Estas últimas ocupan toda la cumbre de la colina y están muy dislocadas; pero, al parecer, sus bancos forman una pequeña bóveda, pues buzan por el lado del litoral hacia el SE. y por el opuesto hacia el NO.

Por este lado se encorvan bruscamente para formar el sinclinal del Coll, en el que, como veremos pronto, se encuentra la grauvaca del Culm.

En el otro lado, á 150 metros de distancia, se levantan y forman el cerro de la granja Falcó.

Esta caliza dolomítica descansa, pues, en discordancia de estratificación, ó más bien, transgresivamente, sobre las pizarras fosilíferas del Siluriano superior y del Devoniano inferior. ¿Se trata de un pequeño anticlinal calizo inclinado y cuyo núcleo lo forman pizarras silurianas? ¿Es la cresta de separación entre el sinclinal siluriano, que

hemos reconocido al pie de la escarpa, y el sinclinal carbonífero paralelo á este último que vamos á atravesar?

Antes de llegar á la ermita del Coll encontramos una manchita de Triásico inferior ó arenisca abigarrada, en contacto por una falla con las calizas devonianas dolomíticas. Esta manchita se distingue bien, ya por la abundancia de trozos de cuarzo blanco, ya por el matiz rojo de las areniscas y las arcillas, que la asemejan mucho á los otros depósitos de la base del Triás en esa región.

Esta es la única mancha que ha subsistido en este punto de toda la masa que cubria en otro tiempo la comarca: aún existen jalones, por el lado del E., en Badalona-Montgat, y hacia el O. en el macizo de Begas. Descansa sobre el Culm; en su extremidad N. está edificada la ermita del Coll y en la opuesta la granja de Mora.

Entre las dos brota la fuente que lleva el nombre de Font Rubia, por el matiz rojo del depósito que sedimenta.

Más allá se encuentra la granja Mora, y en un espacio de 200 metros próximamente desde ella hasta el collado de Augirot puede observarse la serie de hiladas que constituyen este contrafuerte, siendo, de abajo arriba, la siguiente (S.-N.) (fig. 14):

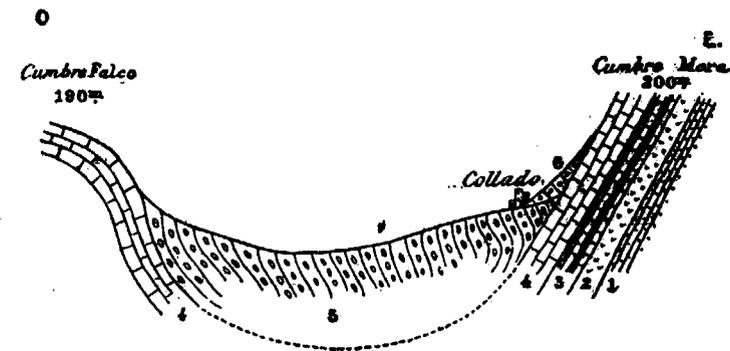


Fig. 14. — Corte desde el cerro Falcó al de Mora: longitud, 450 metros.

6, Triás inferior; 5, grauvaca del Culm; 4, caliza amigdaloides devoniana; 3, caliza azulada con *Orthoceras*; 2, pizarras con *Leptaena corrugata*; 1, pizarras blancas con *Graptolitos*.

4.º Grauvaca arenosa del nivel de Caradoc, con *Orthis Actonia*, *Orthis* sp., bien caracterizada por debajo del collado de Augirot (vertiente S.): es continuación de la que se observa más abajo.

2.º Pizarras arcillosas, blanquecinas ó negruzcas, muy plegadas, que buzan 60º hacia el NE., que se vuelven á encontrar más arriba en la vertiente ópuesta (fig. 44) y que pueden distribuirse en tres horizontes: a) pizarras blancas calizas con *Monograptus Beechi*, Barr.; *M. priodon*, Sow.? (Siluriano superior); b) pizarras arcillosas con nódulos calizos ó de arenisca con *Ceratiocaris* y *Monograptus* (Siluriano superior); c) pizarras arcillosas pardas, grises ó blanquecinas con *Leptaena corrugata*, Rich.; *Avicula cf. migrans*, Barr., etc. (Devoniano).

3.º Caliza azul con *Orthoceras*, *Kralowna* sp., *Tentaculites Geinitzianus*, Rich., etc. (Devoniano).

4.º Caliza amigdaloides y dolomías con buzamientos diversos (Devoniano).

5.º Pizarras brechiformes, arcillosas; calizas con liditas (Carbonífero).

6.º Grauvaca carbonífera, gris, micácea, en lechos fuertemente plegados (Culm).

7.º Pudinga triásica cuarzosa con arenisca arcillosa roja (Triás inferior).

Volviendo hacia el O. y tomando de nuevo junto á la ermita el camino que antes dejamos para subir la colina, después de la dolomía alterada, parda, dispuesta en capas verticales separadas por intercalaciones de lechos delgados tobáceos, vuelve á encontrarse la grauvaca carbonífera que ya vimos en Gracia. Esta grauvaca es pizarreña, arenosa, micácea y de color azul en profundidad. En el contacto con la dolomía se halla muy plegada, como se ve en el Coll, y en capas levantadas.

La relación entre la caliza dolomítica y la grauvaca no se observa con claridad en este paraje; pero cerca de la granja de Morros (350 metros más allá hacia el NO.) aparece la grauvaca manifiestamente sobrepuesta á la caliza, que siempre es más ó menos dolomítica. La misma obscuridad existe, por lo que á esta relación se refiere, entre la grauvaca y la caliza devoniana del cerro Falcó, porque está en contacto por falla con la caliza dolomítica que constituye la parte más elevada de esa colina. Pero en la cantera abierta por encima de la casa de Oliva se observa claramente que los bancos de caliza buzan (fig. 12, 4) hacia el SE. y pasan por debajo de la grauvaca para reunirse, bajo el Coll, con los de la colina Mora. Hay aquí, pues, un sinclinal devoniano, formado por los bancos de caliza amigdaloides, oculta por la grauvaca carbonífera (fig. 12, 5). Esta disposición estratigráfica es análoga á la del valle de Pitrou (Montaigne Noire), aunque en este valle las capas carboníferas no se muestran plegadas, sino encajadas entre dos colinas de caliza devoniana.

Este depósito carbonífero ocupa todo el collado y el fondo de los

barrancos en Horta (lado del NE.) y en Vallcarca (lado del SO.) Junto á la ermita de Lourdes contiene pequeñas guijas de sílice blancas ó negras, cantos de feldespatos, de caliza parda, de granito, de pórfido cuarcífero, de pizarras silíceas, constituyendo una pudinga cimentada por una especie de toba arenosa atravesada por venillas de cuarzo y de caliza blanda tobácea. Descendiendo por el camino de Vallcarca trazado sobre esta roca, antes de llegar al fondo del valle, encontramos impresiones de diversas especies de plantas, algunas de las cuales han sido determinadas por el malogrado Marqués de Saporta. Estas son:

*Calamites transitionis*, Göpp.

— *tenuissimus*, Göpp.

*Archæopteris lyra*, Stur.

— *pachyrachis*, Göpp.

— *Tchermaki*, Stur.

*Archæocalamites radiata*, Brong.

La facies de esta formación y las especies vegetales que contiene, prueban de una manera cierta que se trata del Culm. También pudimos reconocer impresiones de tallos de *Lepidodendron*, tipo que acompaña á las especies citadas, características de la primera fase del Carbonífero ó Culm, según M. Grand'Eury.

Más allá volvimos á encontrar la grauvaca con facies de pudinga poligénica en bancos levantados aproximadamente concordantes con las liditas, que se muestran en contacto y limitan la grauvaca en el fondo del barranco de Coll, que hemos rodeado por el lado derecho.

Es de observar que este depósito, merced á las fallas, toca ya á las pizarras silurianas, ya á las calizas devonianas, como acabamos de ver. Su espesor no pasa de 25 metros, y sus capas, muy dislocadas, buzan en todos sentidos con pequeñas inclinaciones.

Esta misma formación que, en el trayecto de Vallcarca-Horta, no se muestra más que bajo la facies litoral, se manifiesta por la parte de Gracia bajo la facies continental ó antracífera, descansando también sobre calizas dolomíticas devonianas. En este sitio brota la fuente llamada Font del Carbó (fuente del carbón) por la presencia de la antracita.

Por lo demás, se ven isleos con la misma facies litoral y la misma constitución en la vertiente N. del anticlinal del Tibidabo, en la Torre

Negra, cerca de San Cugat y hacia la extremidad SO. de la cordillera, por debajo de la granja Rivas, de Santa Creu de Olorda. Las cuarcitas con liditas, extremadamente plegadas, se manifiestan también y están en contacto por falla, ya con las pizarras, ya con las calizas paleozóicas (siluriano-devoniano).

Estos isleos, que subsisten en diferentes puntos de la cordillera, prueban que el Carbonífero, lo mismo que el Triásico, debieron de cubrir toda la comarca, habiendo desaparecido en gran parte por efecto de las denudaciones durante las edades geológicas.

En Vallcarca hemos estudiado los caracteres, el aspecto de las capas y las relaciones del Carbonífero con las calizas que le sirven de base. Las calizas margosas, azules, piritosas, con *Orthoceras* y con *Kralowna* (*K. Catalaunica*, Barr.; *K. Almeræ*, Barr.), bien manifiestas en una cantera, constituyen bancos muy levantados dirigidos E.-O. con buzamiento hacia el N. Las capas pizarreñas inferiores están cubiertas por las construcciones.

Es de observar que en este paraje, sobre un espacio de 150 metros, en el punto de reunión de los barrancos de Coll y de Vallcarca, el carbonífero ha desaparecido por denudación, y no se ven más que calizas y dolomías levantadas con pizarras intercaladas que ocupan el fondo del valle de Vallcarca, mientras que la grauvaca carbonífera continúa hacia el NE. llenando el sinclinal del Coll, hacia el SO. constituyendo el flanco SO. y la base del Putxet.

Este es, pues, sitio á propósito para darse cuenta de la constitución del grupo paleozóico infra-carbonífero, de la composición de las capas, de su marcha y de sus relaciones mutuas. La estratigrafía es sin duda complicada á causa de los numerosos pliegues que afectan estas capas y de la falta de fósiles característicos, puesto que los *Kralowna*, únicos encontrados hasta ahora, no bastan para fijar la edad, por existir también este tipo, según Barrande (*in litteris*), en el Siluriano y el Devoniano.

Sin embargo, después de haber observado y discutido mucho, se ha reconocido que este grupo presenta gran semejanza, por su facies, con el Devoniano de la Montagne Noire (Hérault) y del Hartz. Por otra parte, como hemos indicado anteriormente, estas capas contienen también *Tentaculites Geinitzianus*, y entre ellas están intercaladas las pizarras con *Leptaena corrugata*, atribuidas, como es sabido, al Devoniano inferior.

He aquí la serie de capas que se encuentran á partir del fondo del

barranco del Coll, y subiendo el barranco de Vallcarca, hasta la cumbre del Tibidabo (Collcerda) (fig. 15):

- 1—Dolomía parda, ferruginosa, en bancos levantados, dirigidos próximamente E.-O. y buzando hacia el S.
- 2—Filadíos arcillosos, ferruginosos, pardos, en capas levantadas, que tienen cierta analogía con los del siluriano. Están intercalados en las calizas arcillosas y dolomíticas, azuladas, con venillas travertinosas.
- 3—Caliza arcillosa con *Orthoceras* y *Kralowna* en bancos levantados, casi verticales, con buzamiento algo marcado al N.
- 4—Filadíos arcillosos con intercalaciones de lechos de dolomía parda, ferruginosa, y rara vez de cuarcita, casi verticales, semejantes á las del siluriano inferior (Ordoviciense) que entran en la constitución de la cordillera.

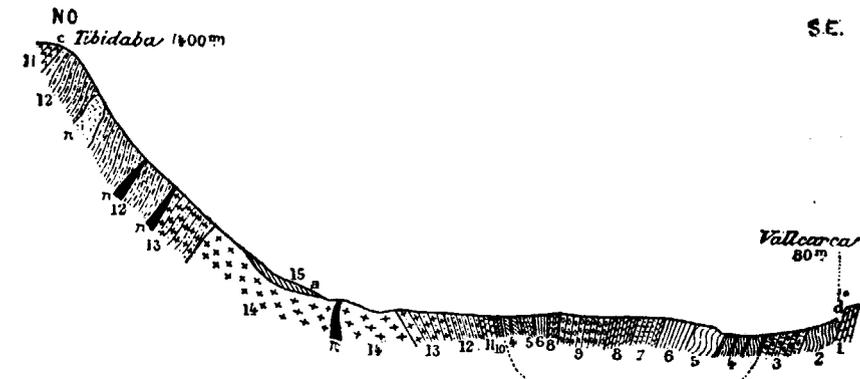


Fig. 15.—Corte de Vallcarca á la cumbre del Tibidabo: escala,  $\frac{1}{50000}$ .  
π, pórfido; 44, granito; 15, limo cuaternario; a, carretera.

- 5—Liditas negras, violetas ó rojas, en lechos levantados y plegados, que buzán ligeramente al N. y dirigidos de E. á O.
- 6—Filadíos gris-verdosos, arcillosos con manchas amarillas y lechos de dolomía ferruginosa.
- 7—Filadíos arcillosos, rojizos (1), con *Phillipsia* sp.; *Encrinos*; *Fucoides subantiquus?*, Schimper.
- 8—Pizarras y grauvacas verticales que buzán en el mismo sentido.
- 9—Grauvaca que pasa á puddinga en lechos verticales con cantos de cuarzo, lidita, levantados y buzando ligeramente hacia el S.

(1) A esta hilada es necesario referir las pizarras purpúreas con *Encrinos* de la vertiente S. del Putxet y de la colina próxima de Monterioles, que yo había atribuido al siluriano. (*Crón. Científica*, tomo XIV, pág. 468: 1894.)

- 40—Pizarras y grauvacas grises concordando con la precedente (capas del 8 que vuelven á manifestarse).
- 41—Filadíos gris-verdosos (vuelta del 6, pero menos gruesos).
- 42—Liditas muy plegadas, buzando al S. (continuación del núm. 5).
- 43—Bancos de dolomía parda ferruginosa con pizarras intercaladas con buzamiento al S. (núm. 4).
- 44—Pizarras arcillosas, gris-blanquecinas, con filoncillos de piritita de hierro y de cobre y de óxido de hierro. Estas pizarras están plegadas, son brechiformes, y concuerdan aproximadamente con las capas precedentes, correspondiendo á los números 40 y 44 del corte.
- 45—Pizarras negras metamorfoseadas, moteadas, con buzamiento mayor al S. Las primeras tienen cuarzo en partículas carbonosas en abundancia. Pasan á pizarras menos negras, cuyas maclas son más perceptibles y más numerosas, y éstas, á su vez, á otras más ferruginosas con maclas más grandes (núm. 42).
- 46—Pizarras cristalinas, silíceas, maclíferas, micáceas, que buzando siempre al S. (núm. 43).

Después del granito (núm. 14 de la fig. 15) que forma el núcleo del gran anticlinal de la cordillera del Tibidabo, vuelven á aparecer las últimas capas pizarreñas. Las primeras faltan, habiendo desaparecido sin duda por los derrubios.

La serie se presenta claramente en el barranco de Vallcarca; pero hay que separarse algo del camino para ver su continuación después de las cuarcitas, y, sobre todo, las relaciones entre estas últimas y los filadíos con *Phillipsia* que les suceden, ocultos en el camino por los limos cuaternarios.

Resulta, pues, que desde el barranco del Coll á la base del Tibidabo se atraviesa un sinclinal carbonífero: el sinclinal del Coll.

Antes de continuar, nos encaminamos á la colina Falcó, formada por la caliza amigdaloides ó dolomítica, llena de *Orthoceras*, desgraciadamente indeterminables. La presencia de ese tipo hace pensar que debe ser atribuida al Devoniano, como la de la colina Mora, visitada anteriormente.

Los limos cuaternarios no permiten observar las relaciones del Culm con esas calizas: parece, sin embargo, que éstas se superponen al Culm; pero si se examinan con cuidado las pequeñas trincheras que las ponen al descubierto, se ve claramente á las liditas de la base del Culm en contacto con la caliza, y en los parajes donde faltan, las capas de grauvaca tocan á las mismas calizas, como se comprobó ya anteriormente cerca de la ermita de Lourdes.

Según lo que acabamos de exponer, se ve la analogía entre la cons-

titución de este contrafuerte paleozóico y el de la Montagne Noire, sobre todo en lo que se refiere al Carbonífero (1).

En la región que nos ocupa, la serie termina por areniscas con restos vegetales y pizarras purpúreas, mientras que en la Montagne Noire hay, por debajo de las pizarras, una caliza con *Productus* perteneciente al nivel de la caliza de Visé.

La plegadura de las capas ha debido verificarse después del Carbonífero y aun después del Triásico, puesto que las capas de estos dos terrenos han sido afectadas por el plegamiento en cuestión.

Las calizas devonianas, dolomíticas ó no, debieron estar sobrepuestas y cubrir uniformemente á las pizarras silurianas, y á su vez sirvieron de apoyo y estuvieron cubiertas por las capas antracíferas, y aun quizás por depósitos hulleros arrastrados después por las denudaciones.

La altitud que debía alcanzar este conjunto de capas debía ser mucho mayor que en la actualidad, y su conjunto se apoyaba contra la vertiente litoral de la cordillera del Tibidabo. En efecto: no cabe duda de que el conjunto de este contrafuerte y el macizo del Tibidabo, anteriormente confundidos en uno solo, fueron levantados y sus capas dislocadas por consecuencia del movimiento orogénico.

Por otra parte, es probable que á este movimiento de emersión del gran anticlinal, cuyo núcleo es el granito, han sucedido hundimientos y plegaduras cuyo resultado ha sido disminuir por una parte la altura de ese pequeño contrafuerte, y por otra plegar y poner en contacto anormal las capas pizarreñas, arenosas y calizas del Siluriano, del Devoniano, del Carbonífero y del Trias.

Por efecto también de esta acción dinámica se ha producido la gran falla costera y otras menos importantes del Siluriano, del Devoniano y del Carbonífero de Vallcarca y de otros puntos.

Prosiguiendo el camino por el barranco de Vallcarca, y atravesando la serie paleozóica que se representa en el corte (fig. 15), al llegar al granito que ocupa el eje del anticlinal del Tibidabo, se ve una caliza metamorfoseada y con minerales, en contacto con un filón de pórfido cuarcífero; con dificultad se distinguen estas dos rocas: probablemente representa el Cambriano calizo, metamorfoseado y absorbido por el granito durante su erupción. Esta caliza puede ser

(1) Bergeron, *Etude géol. du massif ancienne de la Montagne Noire*, páginas 484 y siguientes.

referida al Georgiense (Annelidiense), mientras que las pizarras maclíferas micáceas, que constituyen la aureola interior metamórfica, representan el resto del Cambriano; y la masa de las pizarras superiores menos metamorfoseadas que constituyen la aureola exterior, el Siluriano más inferior, en el que hasta el presente no se han encontrado fósiles.

El granito de esta localidad está generalmente descompuesto y no manifiesta particularidad alguna respecto á su composición. Se ha observado también que está atravesado por numerosas venillas de caliza muy porosa, por filones de granulita y de microgranulita, y, en fin, por pórfidos con cristales de cuarzo bipiramidado y cloritoso.

Desde este paraje nos dirigimos al pueblo de la Bonanova por el camino que rodea á Barcelona, trazado en el limo cuaternario que cubre al granito.

Este depósito diluvial travertinoso (fig. 15, núm. 15) alcanza en algunos puntos 40 metros de espesor. En Bonanova abandonamos el camino, y volviendo á la derecha comenzamos la ascensión al Tibidabo por el camino de Belén, que sigue la vertiente meridional de la montaña.

Después de haber atravesado el limo cuaternario, que se va haciendo travertinoso y brechiforme á medida que se aproxima al pie de la montaña, encontramos nuevamente el granito descompuesto en el límite de la llanura.

En este trayecto se cruza un filón de pórfido duro con magma felsítico y manchas verdes de clorita. Al microscopio se distinguen cristales de cuarzo, de ortosa y de mica negra cloritosa. Este filón se extiende casi sobre un quilómetro de longitud, y su dirección es paralela á la línea de la falla.

Después de una manchita de pizarras cristalinas, micáceas, metamorfoseadas, pertenecientes á la aureola interior, encontramos el granito normal en contacto con un filón de pegmatita gráfica de 50 á 60 centímetros de espesor.

Por encima de ese asomo de granito nos encontramos en la base del techo de la falla, de manera que las pizarras cristalinas maclíferas micáceas forman la primera zona de la aureola interior de rocas metamorfoseadas por el granito (15 metros de espesor). Más allá se corta todavía el granito descompuesto con abundantes prismas exagonales de mica negra; después viene la primera masa de pizarras cristalinas, maclíferas, micáceas, alteradas por acciones secun-

darias. Estas pizarras buzán hacia el centro de la montaña, según un ángulo variable de 10 á 45°.

En estas pizarras se encuentran, como veremos después en Pedralbes, hermosos cristales de andalucita. Aquí las acciones secundarias han determinado la epigénesis de la andalucita en damourita (Barrois, *in litteris*).

Más allá de las pizarras cristalinas atravesadas por filones de pegmatita típica con cristales de turmulina, se manifiesta un gran manchón lenticular de pizarras anfibólicas, augíticas y de anfibolita cuprífera y granatífera: atravesamos estas pizarras, siguiendo el fondo del barranco de Belén. Esta mancha está intercalada en la masa de pizarras cristalinas maclíferas; las capas, muy plegadas, están formadas por lechos delgados blanquecinos, negros, verdosos alternantes, de cuarzo en pequeños fragmentos, de augita, de anfíbol, clorita y de óxido de hierro. En la parte superior sobre todo son granatíferas, mientras que son cupríferas en el nivel inferior. La zona granatífera se encuentra á la derecha del camino, al E. de la casita de Belén, en la cumbre del cerro de La-Castañé.

Estas pizarras maclíferas representan, tal vez, el terreno cambriano.

Más allá, y al pie de la vertiente en que se halla la casita de Belén, encontramos uno de los numerosos filones de pórfido cuarcífero que cruzan el macizo paleozóico, sobre todo por el lado del litoral. El pórfido cuarcífero de color rojizo ó verdoso atraviesa las pizarras maclíferas con gruesas maclas. Sus elementos son los siguientes: magma micro-cristalino con cristales gruesos de cuarzo, de ortosa muy alterada, de mica blanca y negra, de clorita, óxido de hierro y apatita. Los cristales de cuarzo están corroidos y penetran con frecuencia por el magma, según el Sr. Adán de Yarza.

Vamos ahora á tratar de la aureola exterior de metamorfismo, compuesta por pizarras que se distinguen de las precedentes porque son menos micáceas y muestran pequeños prismas de chiastolita con núcleos oscuros carbonosos de estaurótida, de granates, de clorita y de magnetita. Estas pizarras llegan hasta la cumbre del Tibidabo y son menos metamórficas cuanto más se alejan del granito. Más allá de la cresta se las ve pasar á pizarras nodulares, á las que no ha alcanzado la acción metamórfica del granito.

De la Casita (335 metros), en lugar de subir á lo alto del Tibidabo (518 metros), fuimos directamente al hotel Panorama, en el

collado de Vallvidrera, que se encuentra á un quilómetro de aquel lugar y próximamente á su mismo nivel (345 metros). El camino que conduce del collado de Vallvidrera á la cumbre del Tibidabo está siempre sobre pizarras maclíferas. Un poco más abajo del camino, sobre la vertiente S. de la eminencia del Mont, estas pizarras están atravesadas por una erupción de diorita, compuesta de anfíbol muy alterado y transformado en clorita y productos ferruginosos de oligoclasa y de apatita; sobre el mismo camino, cerca del collado, se las ve atravesadas por una erupción de diabasa cuarcífera, visible en la trinchera. Está compuesta de los elementos siguientes: augita abundante, oligoclasa, ortosa, apatita, magnetita é ilmenita; la textura es pizarreña.

En el mismo collado, las pizarras satinadas están cortadas también por un filón de pórfido cuarcífero, blanquecino, con magma microcristalino, con cristales de ortosa gruesos, cuarzo bipiramidado y limonita.

Desde la terraza del hotel se descubre un hermoso panorama de mucha extensión y muy variado: al SE. se ven los barrios de San Gervasio y de Sarriá; más allá, en la misma dirección, todo el llano ocupado por los de San Martín, Gracia y Villanueva (ensanche); más lejos, el mar, el puerto, la colina tortoniense de Montjuich con su castillo y toda la ciudad de Barcelona; en el horizonte, las islas Baleares, que se descubren perfectamente en tiempo despejado; á la derecha (S. y SO.), el fértil delta del Llobregat; á la izquierda, al E., el delta del Besós; después la continuación de la cordillera del Tibidabo, que pasa á granítica; el promontorio triásico y paleozóico de Montgat y el litoral del mar, las villas de Badalona, Montgat, Masnou, Premiá y Vilasar, edificadas en la orilla del mar.

Pero la extensión del panorama aumenta todavía desde la cumbre del Tibidabo y se distingue perfectamente, no sólo la parte del litoral que hemos descrito, sino también una gran extensión del interior de la provincia.

Al N. se observa la continuación de la cordillera pizarreña con el pico siluriano-devoniano de Moncada en un extremo; más allá el llano aluvial pontiense del Vallés, y más lejos el macizo granítico y paleozóico del Montseny, y los Pirineos en el horizonte; al NO., bajo nuestros pies, podemos apreciar el enorme espesor visible del macizo paleozóico, abarrancado en todos sentidos, y cuyas capas conservan siempre el mismo buzamiento en una extensión de más de

40 quilómetros, hallándose Papiol á un extremo; más adelante la continuación del llano pontiense del Vallés con la ciudad de Sabadell en medio, y más lejos aún una parte de la cordillera central de Cataluña, paleozóica, triásica y numulítica, que se extiende desde el Montseny á Montserrat, con el pico de San Llorens del Munt en medio; al O., el llano pontiense del Panadés, continuación del de el Vallés; después la cordillera baja paleozóica y triásica de Capellades, que la separa del Numulítico de Igualada, y, en fin, al SO. la continuación de la cordillera en que nos encontramos con el pico siluriano de Santa Creu de Olorde con *Cardiola interrupta* cortada en su extremo por el Llobregat, y del otro lado de este río el macizo paleozóico, triásico y cretáceo de San Boy, Begas y las primeras colinas de las vertientes de Garraf.

En el collado de Vallvidrera volvimos por la carretera; atravesamos las pizarras maclíferas, buzando siempre hacia el N., y cruzadas de filones porfídicos, hasta la entrada del barrio de Sarriá, edificado en el flanco de la cadena, sobre el limo cuaternario con travertinos que oculta el granito. En seguida nos dirigimos á Esplugas por el caserío de Pedralbes.

En este punto encontramos el granito típico, duro, que se explota para los pavimentos de Barcelona, el cual está atravesado por filones de porfirita y granulita con chalcopirita.

Más allá vimos las pizarras cristalinas negras, de las que ya hemos hablado, con numerosos y muy bonitos cristales de andalucita en agujas y granos de cuarzo gruesos.

Marchando hacia el SE. y atravesando el collado de Finistrellas, llegamos al antiguo litoral plioceno del barranco Pujal de Esplugas, cuyos depósitos son continuación de los que hemos visitado el primer día en el barrio de Sans.

Con el fin de ganar tiempo, dejamos á un lado el contacto del granito con los depósitos litorales constituidos á expensas del granito, especie de arcosa que se ve en la parte de arriba del barranco. Aguas abajo, en la orilla izquierda, al lado de Torre Marina, vimos un depósito completamente litoral de Ostiense medio, de composición bien diferente del que se ha visto en Sans, puesto que aquí los elementos son gruesos, mientras que en Sans son, por el contrario, muy finos; aquí observamos la base costera, que es arenosa; allá abajo es margosa, porque el nivel es más elevado y la costa estaba más lejos.



tiguos del barranco Albareda se ven, como en los barrancos del Rossellón, *Políperos*, *Ostrea*, *Pecten*, etc., que han vivido allí, y donde la arcilla azul, que forma la base de la hilada de las margas azules, abundantes en moluscos litorales, penetra en las capas de estos guijarros, muy inclinadas hacia el río y groseramente cimentadas. En este caso es evidente que el horizonte de los guijarros de la Albareda no estaría representado aquí más que por las capas delgadas, reposando directamente sobre el substratum general de la comarca, mientras que el horizonte de las margas azules fosilíferas debe encontrarse á mayor profundidad y más lejos de la costa. Por consiguiente, en esta orilla no encontramos más que el Astiense medio marino correspondiente (*partim*) á las hiladas de las arcillas arenosas grises y de las arenas grises con *Pecten scabrellus* de Millas. La zona de las arcillas arenosas y grises está representada por un depósito de arenas margosas algo consolidadas y más groseras, caracterizadas por la presencia de *Cerithium varicosum*, *Bittium reticulatum*, var. *paludosum*, que falta en el horizonte de las margas azules, y por la ausencia de *Venus islandicoides*, muy frecuentes en éstas; el horizonte de las arenas grises con *Pecten scabrellus* está caracterizado por su facies más grosera y por la misma especie de *Pecten*. Por lo demás, la mayor parte de las especies son comunes á los dos niveles de margas azules y de arenas amarillentas finas.

Este horizonte con *Pecten* está cubierto en el barranco de Esplugas por una capa de arenas finas, arcillosas, amarillas, que se explota para la fabricación de ladrillo, caracterizada por la abundancia de impresiones vegetales, y que se encuentra acompañada por equinoides (moldes), políperos, moluscos y crustáceos. Al parecer, el nivel inferior de la capa limosa, desprovisto de fósiles, que aparece en el barranco Pujal, corresponde al horizonte con vegetales del barranco de Esplugas.

He aquí la lista de las especies animales y vegetales encontradas en las capas del plioceno medio:

## ANIMALES

## Moluscos.

- Strombus coronatus*, Defr., c.  
*Murex imbricatus*, Brocc., var. *Gratiensis*, Alm. y Bof., r.  
*Persona tortuosa*, Bors., r.

- Cancellaria hirta*, Brocc., r.  
*Ficula geometra*, Bors., var. *Dubreuili*, Font., c.  
*Fusus cinguliferus*, Jan., r.  
*Nassa limata*, Chem., r.  
 — *serraticosta*, Bronn., c.  
 — *incrassata*, Müller, c.  
*Phos polygonum*, Brocc., r.  
*Galeodea echinophora*, Link., c.  
 — *stephaniophora*, Font., r.  
*Conus pelagicus*, Brocc., c.  
 — *turricula*, Brocc., c.  
 — *antidiluvianus*, Brocc., c.  
*Pleurotoma (Homotoma) reticulata*, Renieri, var. *Bollenensis*, Font., r.  
 — (*Mangilia*) *clathrata*, M. de Ser., r.  
 — (*Raphitoma*) *brachystoma*, Phil., var. *Comitatensis*, Font., c.  
*Mitra striatula*, Broc., var., c.  
 — *obsoleta*, Broc., r.  
*Natica millepunctata*, Lamk., var. *raropunctata*, Sassi, c.  
*Cerithium varicosum*, Brochi, c.  
*Cerithium scabrum*, Olivi, var. *comitatensis*, Font., cc.  
*Cerithiopsis tubercularis*, Montagu, cc.  
*Bittium reticulatum*, da Costa, var. *paludosa*, Bucq., Daut. y Doll., ccc.  
*Turritella Rhodanica*, Font., c.  
 — *communis*, var. *Ariesensis*, Font., c.  
*Vermetus arenarius*, Lin., c.  
*Siliquaria anguina*, Lamk., r.  
*Scalaria tenuicostata*, var. *Michaudi*, Font., c.  
*Rissoina pusilla*, Broc., cc.  
 — *decussata*, Montagu, c.  
 — *Bruguierei*, Payreaudeau, cc.  
*Turbo tuberculatus*, M. de Serr., c.  
*Trochus (Zizyphinus) strigosus*, Gmel., c.  
 — — *opisthostenus*, Font., c.  
 — (*Gibbula*) *magus*, Lin., c.  
*Fissurella græca*, Lin., c.  
*Calyptraea chinensis*, Lin., r.  
*Dentalium Delphinense*, Font., r., etc.

## Lamelibranquios.

- Ostrea Companyoi*, Font., c.  
*Anomia ephippium*, Lin., cc.  
*Pecten latissimus*, Broc., var. *laticor*, A. y B.  
 — *restitutensis*, Font., r.  
 — *scabrellus*, Lamk., c.  
 — *Bollenensis*, Font., cc.  
 — *sub-Labnæ*, Alm. y Bofill, c.  
 — *pusio*, Lin., c.  
 — *pes-felis*, Lin., c.  
 — *benedictus*, Lamk., r.  
 — (*Janira*) *Stazzanensis*, M., r.  
 — (*Vola*) *Jacobæus*, Lin., c.  
 — (*Pleuronectia*) *cristatus*, Br., c.  
*Lima hians*, Gmel., var. *tenera*, Turton, r.  
*Hinnites Ercolanianus*, Cocconi, c.  
*Modiola Sanctensis*, Alm. y Bof., c.  
*Arca Noæ*, Lamk., c.  
 — (*Anomalocardia*) *diluvii*, Lamk., cc.  
 — (*Barbatia*) *lactea*, Lin., c.  
*Pectunculus glycimereis*, Lin., cc.  
 — *bimaculatus*, Poli, c.  
*Yoldia nitida*, Broc., c.  
*Chama gryphoides*, Lin., c.  
*Azinus rostratus*, Pecchioli, r.  
*Lucina* cfr. *leomina*, Bast., r.  
 — (*Loripes*) *leucoma*, Turton, r.  
*Cardium hians*, Broc., c.  
 — *multicostatum*, Broc., c.  
 — *spelucense*, Alm. y Bof., r.  
 — *papillosum*, Poli, cc.  
 — (*Lævicardium*) *oblongum*, Chem., var. *Comitatensis*, Font., c.  
 — (*Lævicardium*) *cyprum*, Broc., c.  
 — — *cyprum*, Broc., var. *Millanensis*, Font., c.  
*Isocardia cor*, Lin., cc.  
*Cardita Bollenensis*, Font., cc.  
 — *Rubricatica*, Alm. y Bof., c.

- Venus ovata*, Pennant, cc.  
 — *multilamella*, Lamk., var. *minor*, Alm. y Bof., c.  
 — *scalaris*, Bronn., c.  
 — *rhysalea*, Font., c.  
 — *verrucosa*, Lin., r.  
*Cytheræa chione*, Lin., c.  
 — *rudis*, Poli, c.  
*Lutraria Sanctensis*, Alm. y Bof., r.  
*Tellina serrata*, Ren., c.  
 — *donacina*, Lin., c.  
 — *compressa*, Broc., r.  
 — *nitida*, Poli, r.  
 — *ventricosa*, M. de Serres, r.  
*Arcopagia cingulata*, Font., r.  
*Psammobia Ferroensis*, Chem., var. *pyrenaica*, Font., c.  
 — *uniradiata*, Broc., r.  
*Syndosmya alba*, Wood, r.  
*Scrobicularia plana*, da Costa, var. *piperata*, Gmel., r.  
*Ervilia pusilla*, Philippi, c.  
*Corbula gibba*, Olivi, cc.  
 — *revoluta*, Broc., r.  
*Næra cuspidata*, Olivi., r.  
*Thracia Spelunciana*, Alm. y Bof., c.  
 — *ventricosa*, Philippi, r.  
*Pandora* cf. *flexuosa*, Sow., r., etc.

## Braquiópodos.

- Terebratula bispicata*, Broc., r.  
*Terebratulina caput serpentis*, Lin., r.  
*Argiope decollata*, Chem., r.  
*Megerlia truncata*, Lin., c.  
*Thecidea Mediterranea*, Risso, r.

## Políperos, radiolarios y foraminíferos.

- Flabellum avicula*, Michelin, c.  
 — (*Turbinolia*) *cuneatum*, Mich., var. *anceps*, Gold., c.  
*Cidaris tribuloides*, Lem., c.

- Clypeaster Scillæ*, des Moulins, r.  
*Testularia sagittula*, Def., c.  
*Clavulina communis*, d'Orb., rrr.  
*Bulimina pyrula*, d'Orb., cc.  
 — *aculeata*, d'Orb., r., etc.

## PLANTAS

- Chamærops humilis*, Lin.?  
*Liquidambar europæum*, A. Br., r.  
*Populus attenuata*, A. Br., r.  
 — *tremula*, Lin., r.  
 — *alba*, Lin., r.  
 — *mutabilis*, Heer, r.  
*Salix denticulata*, Heer, c.  
 — *augusta*, A. Br., c.  
*Fagus sylvatica*, Lin., c.  
*Myrica salicina*, Ung., c.  
 — cf. *Gall*, Lin., r.  
*Carpinus grandis*, Ung., c.  
*Quercus nærifolia*, Heer, r.  
 — *Heerii*, A. Br., r.  
 — *elæna*, Ung., c.  
 — *myrtilloides*, Ung., r.  
 — *drymeia*, Ung., r.  
 — *Charpentieri*, Heer, r.  
 — *Gmelini*, Heer, c.  
 — *ilex*, Lin., c.  
 — aff. *ilex*, r.  
 — *Cornaliæ*, Mass., r.  
*Ulmus Brannii*, Heer, r.  
 — sp., r.  
*Castanea vulgaris*, Lin.?, r.  
*Ficus multinervis*, Heer, r.  
 — *lanceolata*, Heer, c.  
*Platanus aceroides*, Goep., cc.  
*Laurus canariensis*, We., cc.  
 — *nobilis*, Lin., r.  
 — *Swoizoviciana*, Heer, r.

- Laurus Agathophyllum*, Ung., r.  
*Persea Braunii*, Heer, c.  
*Oreodaphne Heerii*, Gaud., cc.  
 — *ætens*, Nees., r.  
*Benzoin antiquum*, Heer, r.  
*Sassafras Ferretianum*, Mass., r.  
*Cinnamomum Scheuchzeri*, Heer, r.  
 — *lanceolatum*, Ung., r.  
*Daphnogene Ungerii*, Heer, c.  
*Eleagnus acuminata?*, Web., r.  
*Andromeda protozea?*, Ung., r.  
*Diospyros protolotus*, Sap. y Mar., r.  
 — *brachysepala*, A. Br., cc.  
 — aff. *brachysepala*, r.  
 — *anceps*, Heer, r.  
*Nerium oleander*, Lin., c.  
*Fraxinus ornus*, Lin., c.  
*Cornus Mastagnii*, Mass., r.  
 — *Buchii*, Heer, r.  
*Magnolia grandiflora*, r.  
*Terminalia Radoboensis*, Ung., r.  
*Acer tribolatum*, A. Br., c.  
 — *opulifolium*, Wil., var. *pliocenica*, r.  
 — *pseudocampestre*, Ung.?, r.  
 — *pseudocreticum*, Rer., r.  
*Sapindus dubius*, Heer, r.  
*Celastrus cassinoides*, L'Her., r.  
 — *gardonensis*, Sap. y Mar., r.  
*Hex* af. *Canariensis*, Web., r.  
 — *Viviani*, Gaud.?, r.  
 — *stenophylla*, Heer, r.  
*Rhamnus Gaudini*, Heer, r.  
*Rus Henfleri*, Heer, r.  
 — *Meriani*, Heer?, r.  
*Juglans vetusta*, Heer, c.  
 — *acuminata*, A. Br., r.  
*Buxus pliocenica*, Sap. et Mar., c.  
 — sp.  
*Robinia Regeli*, Heer, cc.

- Robinia crenata*, Ung., r.  
*Balæolobum Sotzkianum*, Ung., r.  
*Leguminosites ellipticus*, Heer, r.  
*Phyllites juglandinus*, Heer.  
*Cassia Berenices*, Ung., r.  
 — *Fischeri*, Heer, c.  
 — *phaseolites*, Ung., c.  
 — *lignitum*, Ung., r.

Sobre este nivel fosilífero descansan, como ya hemos dicho, arcillas limosas sin fósiles marinos. En este nivel se encontró anteriormente, en un pozo de Las Corts de Sarriá, por el Dr. Lletget, un molar de mastodonte (*Mastodon arvernensis*, Croiz. y Job.?) En este mismo nivel se encuentra esta especie en el Rosellón, acompañada de otros vertebrados. Todos estos depósitos están cubiertos por un manto general de aluvión nodular cuaternario.

Seguimos luego por el camino de Barcelona á Tarragona hasta llegar á Saus; en el recorrido del barranco Pujal pudo verse, en las trincheras abiertas para la construcción del camino, el nivel superior del Plioceno medio limoso, amarillento ó blanquecino, cubierto á su vez por el Cuaternario.

#### OBSERVACIONES COMPARATIVAS RELATIVAS Á LA FAUNA Y Á LA FLORA DEL PLIOCENO MEDIO

Si comparamos las especies vegetales encontradas en nuestros terrenos pliocenos con los tipos indígenas actuales, veremos que los comunes á estas dos épocas son raros, mientras que las especies de moluscos comunes á las mismas épocas son numerosas.

Resulta claramente de este hecho que el mundo vegetal ha experimentado durante los tiempos terciarios una evolución inversa de la del mundo malacológico marino. Esta diferencia de proceso entre las mutaciones de la fauna malacológica marina y de la flora continental, no tiene nada de particular si consideramos cómo ha debido proceder la Naturaleza para la vida y desarrollo de estos dos grupos de organismos. Así, después de los tiempos miocenos, el mar Mediterráneo, lo mismo que la región del Ródano y otras regiones de Europa, estando sometidos á las oscilaciones del continente, aparta sus

límites algunos kilómetros. Permanece durante un largo espacio de tiempo en este estado; pero en seguida un nuevo hundimiento de los continentes le permite invadir de nuevo una parte del terreno de que había sido desposeído. Durante este largo espacio de tiempo, las condiciones biológicas de la fauna malacológica marina experimentaron tales modificaciones, que un cierto número de especies de los mares miocenos no pudieron seguir á estas perturbaciones y alcanzar los tiempos pliocenos.

La flora, por el contrario, no persistiendo las perturbaciones, pudo sufrir esta variación de régimen climatológico. Las mismas especies se suceden á través de las épocas tortoniense, pontiense y mesiniense, conservando su fisonomía miocena más fácilmente que en las regiones más perturbadas de los Alpes.

Así se explica la facies relativamente arcaica de nuestra flora pliocena, puesto que contiene mayor número de tipos de la molasa (descritos y figurados por Heer) que su equivalente de la región del Ródano. En lugar de formar por estos caracteres naturales un término medio por el cual la flora miocena se liga á la flora actual de nuestra región, ofrece un sello particular que la separa de la flora indígena viviente y la aproxima á la flora miocena, y, por consecuencia, á las de las regiones calientes y subtropicales, con la cual esta última presenta grandes afinidades.

Esto es lo que han reconocido especialistas tales como Saporta y el Abate M. N. Boulay, que han tenido la amabilidad de determinar nuestros ejemplares. El primero, fundándose en las plantas de nuestra flora pliocena, las atribuye una edad más antigua, y añade: «Estas plantas presentan los elementos de una vegetación más característica que la que existía en la misma época en la Europa central, aunque ofreciendo diversas especies incontestablemente especiales de nuestra región.»

El Abate M. Boulay afirma que el conjunto de nuestra vegetación pliocena presenta un aspecto más arcaico y más semejante al Mioceno (Tortoniense ó Helvético), como ya hemos dicho, que el que se encuentra en las capas sincrónicas del valle del Ródano, aunque la semejanza entre las dos floras pliocenas sea bien grande. Sin embargo, es cierto que la flora indígena actual difiere de nuestra flora pliocena mucho más que la de la región del Ródano de la misma época, porque no hemos reconocido más que dos especies comunes á nuestra flora pliocena y á la actual, mientras que se cuenta una do-

cena de especies comunes á la flora actual del valle del Ródano y á la flora pliocena del mismo valle.

#### ORIGEN DE LA FLORA DEL PLIOCENO MEDIO

De todas las especies vegetales citadas en la lista anterior, apenas hay una que sea originaria de nuestra región; todas las otras existían anteriormente en las regiones del Norte de Europa, que en otras épocas debieron tener un clima más húmedo y más cálido que el de hoy. En el transcurso de los siglos, sin que la causa sea conocida, el enfriamiento de la corteza terrestre, más acentuado en las regiones boreales que en las nuestras, hizo bajar la temperatura, y la flora tuvo que emigrar y buscar un refugio en la Europa central durante las épocas miocena y pliocena.

Por el contrario, las especies de moluscos, aunque algunas eran originarias del Norte de Europa, existían en su mayor parte en nuestros mares en la época miocena, y algunas vivían ya anteriormente: por consiguiente, en los mares de la Europa meridional es en donde han hecho su primera aparición.

Pero estas modificaciones climatológicas se habían producido en la Europa central y meridional hacia el fin de los tiempos terciarios; los vegetales y los animales que en esta época existían en nuestra región, se refugiaron en otros puntos más calientes y más húmedos de Oriente, de las costas de Africa y de las islas Madera, Canarias y Azores. Desde luego, esta emigración de vegetales y animales propios de nuestras regiones en esta época, en otros países más calientes y más húmedos, es un indicio evidente de que el clima de nuestras regiones ha cambiado, y de que durante los periodos mioceno y plioceno era más caliente y más húmedo que actualmente; en una palabra, más semejante al que reina sobre las costas y en las islas del Atlántico.

J. ALMERA.

Octubre de 1899.

A la precedente nota del P. Almera se hicieron las observaciones siguientes:

«M. BERGERON no vacila en referir la serie de las calizas paleozóicas de Moncada á todo el Devoniano. Ha reconocido en ellas los caracteres litológicos de los diferentes términos de este terreno, tales como se observan en la Montagne Noire y dispuestos en el mismo orden de sucesión. Si en nuestra excursión hemos encontrado muchas veces al subir la colina calizas con los caracteres de la amigdaloides del Devoniano superior, es porque hay pliegues por los que se repiten los mismos términos; el hecho se comprueba por las repeticiones semejantes del horizonte con *Graptolitos* del Gothlandiense. En cuanto á las pizarras con *Leptaena corrugata*, vistas en la parte superior de la colina, no están intercaladas en medio de las calizas amigdaloides; pero forman una especie de costra en placas sobre estas últimas, debida á los pliegues y á los estiramientos.

M. Bergeron añade que en Vallcarca las liditas que aparecen por encima de la serie devoniana deben ser colocadas en la base del Culm. En la Montagne Noire y en el Hartz se encuentran las mismas hieladas en la misma posición. En esta localidad, haciendo las asimilaciones propuestas, existiría un anticlinal caído sobre un sinclinal ocupado por el Carbonífero. En el eje de este anticlinal, y en el contacto del granito, se ve la caliza metamorfizada: debe ser georgiense, y las pizarras maclíferas representarían el resto del Cambriano y del Siluriano.

M. CAREZ añade que ha visto en muchas localidades de los Pirineos franceses mármoles amigdaloides idénticos á los de Moncada, mármoles que casi todos los geólogos consideran como devonianos.

El P. Almera cree que la facies amigdaloides de la caliza no es característica del Devoniano: ha encontrado en estas calizas *Cardiola interrupta*.

M. Bergeron hace notar que en las calizas con *Gephyroceras intumescens* de Cabrières, hay una *Cardiola* muy semejante á la *Cardiola interrupta*, y que, gracias al *Goniatites*, ha podido asignarla con seguridad al Devoniano.

M. STUART-MENTREATH presenta las observaciones siguientes sobre dos puntos de la tectónica de los Pirineos:

Desde hace diez años se ha negado constantemente la existencia de sinclinales exóticos y afirmado la existencia de anticlinales de este género en la tectónica de los Pirineos.

En Cataluña hemos visto en las últimas excursiones, sinclinales de caliza amigdaloides en el Siluriano de Moncada. En Cardona un pliegue anticlinal, colocado entre pliegues similares, tanto al N. como al S., nos ha mostrado la facies salífera de la base del Oligoceno, diferenciado solamente de estos afloramientos del mismo terreno yesoso, por la presencia de la sal y los repliegues que acompañan en todas partes á afloramientos de esta materia soluble.

Desde el año 1885 he sostenido que debía referirse al Cretáceo superior la caliza figurada como cambriana en todos los mapas geológicos de los Pirineos en los que yo no he colaborado.

Los únicos cortes que se han publicado en apoyo de esta tesis son los de M. Beaughey en el *Bulletin Soc. Géol. de France*, tomo XIX, pág. 94.

He encontrado en la base de la caliza paleozóica inferior, representada en los cortes de M. Beaughey, *rudistas* abundantes del Cretáceo superior, y los mismos políperos que acompañan á los hippurites en Miegébat, al S. de Aguas Calientes; el afloramiento de estas calizas que se presenta en un quilómetro de largo, entre Pla Ségoune y la mina de Anglas, es muy fosilífero, precisamente hacia la base de la caliza señalada como paleozóica por Beaughey.

He indicado el sitio al guarda de la mina de Anglas, que vive en los edificios del bocarte de Gourette, para que enseñe el sitio á todos los geólogos que visiten Aguas Buenas.

Se puede, pues, asegurar fácilmente que la caliza que entre el Océano y Caunterets ocupa el medio de los Pirineos, pertenece al Cretáceo superior y de ningún modo al Cambriano.

De aquí se sigue que en toda la cordillera se encuentran sinclinales de todas edades descansando sobre el Siluriano, y pareciendo, á primera vista, contemporáneos ó anteriores á esta formación. Como en el pico de Moncada, estos sinclinales de caliza están en completa discordancia y presentan todos los terrenos, y sobre todo el Cretáceo.

Pero la inversa de esta comprobación me parece absolutamente sin pruebas, y yo no puedo ver en Cardona otra cosa que el afloramiento del terreno yesoso que se muestra de la misma manera, tanto al S. en Suria como al N. en San Juan de las Abadesas, con la misma dirección, la misma tendencia á inclinarse al S. y los pliegues ordinarios de las minas de sal.»

## VIII

## EXCURSIÓN A CASTELLBISBAL Y AL PAPIOL

En la madrugada del 4 de Octubre tomamos el tren para Papiol. La línea sigue la orilla derecha del Llobregat, y en el camino se observa el Plioceno que bordea los costados S. y SO. del macizo anti-guo [(fig. 18), corte general, pág. 108]. Se compone de arcillas azules; después de margas de color gris claro cubiertas por arcillas arenosas amarillas, con impresiones vegetales; el todo está cubierto por un conglomerado que representa el nivel más alto del Plioceno.

De la estación de Papiol nos dirigimos á visitar las capas con *Congeries* de Castellbisbal, á tres quilómetros de aquel lugar. Al lado de la estación se encuentra el Aquitaniense lacustre, rojo, brechífero, que en toda la comarca sirve de substratum al Helvético marino. Por la otra orilla del río aparece el Trias, que forma una escarpa entre Palleja y San Andreu de la Barca, donde se distinguen claramente sus tres términos. La Arenisca abigarrada constituye el promontorio que avanza hacia el río, llamado Roca de Droc; las calizas del Muschelkalk se explotan para la fabricación de cal; por encima de las arcillas yesíferas se extiende la caliza con *fucoïdes* del Keuper, formando la meseta de Montmany de la Penya.

Siguiendo por la vía férrea se atraviesa primeramente un depósito de aluvión actual del río; después el Aquitaniense margo-arenoso rojo ó violado, yesífero, con *Helix Moroguesi*, *Acerotherium lemanense*, Blainv.; *Sciurus Feignouzi*, Pom.

Al nivel de las Casas del Riu corta la vía el pequeño promontorio aquitaniense y se ven las capas buzar hacia el N.; más allá estas capas están horizontales, y más lejos aún, por debajo de Castellbisbal, buzan al SE., mientras que por otro lado de la colina paleozóica de Martorell buzan al NO., formando en este punto un anticlinal bien manifiesto. Al lado de las Casas del Riu, las capas aquitanienses están atravesadas en todas direcciones por venillas de yeso blanco, hecho que se observa también en otros muchos puntos. Esta formación tiene 150 metros de espesor y ocupa una superficie importante.

M. Vézian la ha descrito y estudiado primeramente en 1856, en 1881 M. Carez y en 1882 los Sres. Thos y Maureta han repetido este estudio.

Esta formación bordea el flanco N. de la cordillera litoral en el Vallés bajo y el Panadés bajo, y aparece desde San Cugat del Vallés al E. hasta San Sadurn de Noya al O.

Más allá del Papiol, sobre la colina siluriana de Pi den Vals, la facies es muy litoral, lo que indica que la costa estaba próxima.

La composición de estas capas es muy variable, pero su color es constantemente rojo cualquiera que sea la composición. Las areniscas, groseras ó finas y arcillosas, dominan en esta potente masa; pero no forman nunca bancos gruesos y están mezcladas con conglomerados también muy abundantes, sobre todo en la parte inferior.

Se componen éstos

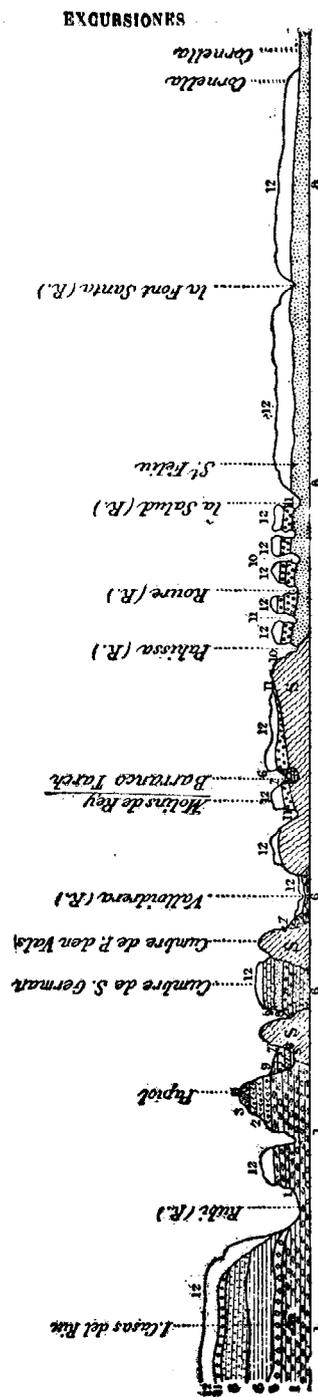


Fig. 18. — Corte general por la orilla izquierda del Llobregat. — Escala,  $\frac{1}{8,000}$ .

8, pizarras silurianas con *Graptofitos*; 1, pudingas aquitanenses; 2, brecha infra-helvética; 3, caliza helvética; 4, pudinga tortoniense; 5, capas con *Congeries*; 6, arcillas plesancienses con *Nassa semistriata*, etc.; 7, arcillas grises fosilíferas; 8, arenas amarillas astenses con *Ostrea cochlear*; 9, arenas sin fósiles, con limonita; 10, conglomerados; 11, aluviones (lehm) y brechas; 12, Cuaternario, limos y arcillas.

de cantos rodados de dimensiones muy diversas procedentes de rocas de todas las edades; pero los de pizarra son mucho más abundantes que los demás, lo que se comprende fácilmente puesto que son las rocas que rodean por todas partes el depósito lacustre. Los conglomerados no son distintos de las areniscas, á las cuales pasan insensiblemente.

Un tercer elemento, casi de igual importancia por la proporción en que entra en la composición de este terreno, son las margas arcillosas, ya rojas, ya azules, que se intercalan en las areniscas y los conglomerados.

Pero el paraje donde la composición y la constitución estratigráfica de esta formación lacustre se presenta de una manera más exacta y más completa, es junto al molino Calope, situado en la orilla del río Rubí, á cuatro kilómetros al S. del pueblo de este nombre; este río afluye al Llobregat en Papiol.

En este paraje las capas lacustres se apoyan sobre el terreno pizarreño del flanco N. de la montaña de San Pere del Papiol, y se pueden distinguir en ellas tres hiladas:

La *primera hilada* principia por un conglomerado de elementos voluminosos, pizarreños unos, otros calizos y de pasta margosa de un rojo parduzco. Esta hilada ocupa la orilla izquierda del río Rubí, que la baña ligeramente y la separa de la escarpa Calope, situada en la derecha. El depósito en cuestión corresponde al mismo nivel, y probablemente es el mismo que el que se observa en las cercanías de la granja Bell de San Cugat del Vallés, más al E., y por debajo de la granja Salvi de San Andreu de la Barca sobre la orilla derecha del Llobregat, separando también las pizarras paleozóicas hacia el O. Es también probablemente el mismo que el que se encuentra en la cumbre de las montañas triásicas de Gélida, más al O. A causa de su composición y de las relaciones con los terrenos que le cubren, parece que debe ser referido este depósito al nivel más alto de las pudingas del Montserrat.

Más arriba el conglomerado no contiene restos pizarreños (tongrienses?) y deja de hacer efervescencia con los ácidos; pasa á una samita bien caracterizada que se presenta en bancos de un metro de espesor, alternando con lechos muy delgados de arcilla.

A medida que se sube la escarpa, las samitas disminuyen; mientras que las arcillas aumentan y terminan por estar solas por haber desaparecido aquéllas. Su coloración, como ya hemos dicho, es uni-

forme, de un rojo vinoso; desde cerca se observan manchas azuladas que á veces son indicio de osamentos fósiles. En medio de la hilada superior hay grandes hendiduras llenas de yeso fibroso. En esta hilada hemos encontrado el *Sciurus*, el *Acerotherium* y *Helix Moroguesi*. Los bancos más arcillosos se están explotando.

La *segunda hilada* se distingue por un cambio brusco en el color y la composición de las capas: la arcilla rojiza está reemplazada por una marga amarilla ó gris, alternando con capas calizas al principio delgadas, pero después alcanzan hasta dos y tres metros de espesor. Esta caliza es bastante compacta, de textura algo granuda, fractura desigual, cavernosa, y con frecuencia los huecos están tapizados de cristales de calcita. Por el choque del martillo produce olor de hidrógeno sulfurado. Contiene impresiones de *Planorbis* y *Bithynias*.

Según parece, á este nivel se debe referir el depósito margoso de agua dulce que existe al otro lado del Llobregat, cerca de la granja Salvi y de la casa Palau (San Andreu de la Barca), con *Cyclostoma*, sp.; *Limnaea pachygaster*, Tomæ; *L. subbullata*, Font.; *Planorbis declivis*, Braun.; *Hydrobia Dubuissoni*, Bouill., etc. Este depósito descausa sobre el conglomerado citado anteriormente.

La *tercera hilada* está formada por capas de dos á tres metros de espesor de samita alternando con bancos de arcilla casi de igual grueso; en algunos puntos pasan á un conglomerado poligénico. Esta hilada está bien caracterizada cerca de Castellbisbal, donde forma en la orilla del Llobregat una escarpa. Sobre estas capas está edificada la población.

En esta escarpa se encuentran las capas con *Congeries*. También á poca distancia más allá de las Casas del Riu, dejando el camino y volviendo á la derecha, para subir por un corto barranco, en la escarpa aquitaniense, se llega á las capas con *Congeries* que ocupan en el fondo de la ensenada un nivel superior á la vía. Estas capas se apoyan sobre el Aquitaniense de la zona media y están en contacto de los depósitos del nivel superior. Están adosadas á la escarpa superior de este terreno, que contrasta notablemente por su matiz rojo con la coloración blanquecina de las margas con *Congeries* (Mesiniense). M. Vezian reconoció este depósito sin haber encontrado fósiles (1).

Subiendo la escarpa, se observa el corte siguiente de abajo arriba:

(1) Op. cit., pág. 84.

1.º En la base el Aquitaniense rojo (*m*) formando la escarpa que tiene 150 metros de altura hacia arriba, donde las capas con *Congeries* han sido arrastradas por las erosiones. Forma la colina llamada La Gatzarella.

Por encima de la grada que forma el Aquitaniense, cerca de la escarpa, se observa:

1.º Una pudinga poligénica (*a*) de ocho metros de espesor, en la que la mayor parte de los elementos son calizos, formados á expensas del Pontiense continental, que cubre directamente el Aquitaniense en todos los puntos del Vallés bajo y del Panadés bajo, en donde falta el Helvético marino, constituyendo retazos unas veces, y otras un manto bastante extenso.

2.º Las capas salobres con *Congeries* y *Cardium caspicas* (*b*) descansando directamente sobre la pudinga, que á su vez se apoya sobre el Aquitaniense, como ha podido observarse en uno de los barrancos que cruzan las capas de *Congeries*, y donde se presentan en un tajo perpendicular á su estratificación. Son idénticas á las del valle del Ródano, sobre todo á las de Théziers. Esas capas están constituidas por lechos margosos, amarillentos, grises, arenosos, saliferos en ciertos niveles, con plaquitas de limonita y de yeso intercaladas. Después

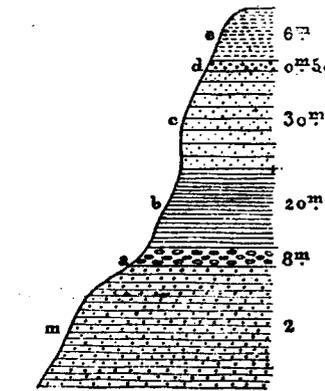


Fig. 19.—Corte de las capas con *Congeries* de la colina de la Gatzarella de Castellbisbal.

*m*, conglomerado lacustre aquitaniense y arcillas rojas alternantes con *Acerotherium lemanense*; conglomerado de guijas, formado á expensas del Pontiense; *b*, capas con *Congeries*; *c*, nivel de arenas y arcilla con *P. Comitatus*, *O. cochlear*; *d*, aglomerado de guijas, superior; *e*, Cuaternario; lehm noduloso, travertínico.

de las lluvias, aparecen en la superficie manchas blancas que son eflorescencias de sal.

Se distinguen tres hiladas:

1.ª Arcilla en lechos delgados (un metro) separada por arenas finas en capas irregulares. En la superficie de los lechos de arcilla se observan impresiones y á veces restos muy deleznable de *Congeries*, *Cardium*, *Planorbis* y *Melanopsis*. Estas impresiones de moluscos

están acompañadas de otras impresiones de plantas apiladas unas sobre otras, sobre todo del género *Acer*, arrastrados sin duda por una corriente que se dirigía hacia la playa. Algunos de estos restos han debido sufrir una larga maceración que ha destruido todo el parénquima y el contorno exacto del limbo y hasta el prosénquima. Esto nos indica que antes de fosilizarse habían permanecido al borde del agua que los había amontonado, de tal modo que aquí se ha producido el mismo fenómeno que en el valle del Ródano, según lo que dice el abate M. Boulay en su *Flore pliocène des environs de Théziers*. He aquí las especies de animales y vegetales recogidas en esta hilada:

- Dreissensia* sp., ind., c.  
*Melanopsis Neumayri*, Tourn., var. *Papiolensis*, A. y B., c.  
*Cardium (Limnocardium)*, c.  
 — *semisulcatum* (L.), Rousseau, var. *Magdalenensis*, Font., r.

#### Especies vegetales.

- Alga semejante á los *Chondritoides*, L., r.  
*Equisetum* sp., r.  
*Rhizocaulon recentior*, Lam.?, c.  
*Typha latissima*, A. Brong., c.  
*Arnudo Gæpperti*, Münst.  
 — *Egiptiaca antiqua*, Sap. y Mar.  
*Phragmites Oëningensis*, Heer.  
*Populus mutabilis*, Heer., c.  
 — *canescens*, var. *pliocenica*, r.  
 — *abba*, Lin.  
*Salix augusta*, Heer., c.  
 — *integra*, Gæpp., c.  
 — *varians*, Gæpp.  
*Alnus stenophylla*, Sap. y Mar., r.  
*Betula* sp.  
*Quercus ilex*, Lin.  
*Acer trilobatum*, A. Br., cc.  
*Acer opulifolium*, W., var. *pliocenica*, r.  
 — *Nicolai*, N. Boulay, cc.  
*Rhus* sp., r.

2.º Arcilla blanquecina arenosa, con plaquitas de limonita, dividiéndose fácilmente en lechos paralelos (18 metros). Este es el horizonte más fosilífero: en él se observa la acumulación de pequeñas *Congeries* y *Cardium* de una manera idéntica á la del valle del Ródano. Están en mejor estado de conservación y menos deleznable que la hilada inferior.

He aquí la lista de las especies que se han recogido:

- Nassa semistriata*, Broc., rrr.  
*Melania Tournouëri*, Fisch., var. *Ferreolensis*, Font., cc.  
 — *Castrepiscopalensis*, A. y B., c.  
*Malanopsis Neumayri*, Tourn., var. *Papiolensis*, A. y B., cc.  
 — *Matheroni*, Mayer.  
 — *impressa*, Krauss.  
*Saccoia (Hidrobia) congermana*, Font., cc.  
 — *Escofieræ*, Tourn., r.  
 — *præ-Escofieræ*, A. y B., r.  
*Neritina micans*, Gaudry y Fisch., var. *Bollenensis*, Font., cc.  
*Dreissensia subdubia*, A. y B., c. = *unquiformis*, A. y B., según M. Brusina, in litt.  
 — *dubia*, May., c.  
 — — var. *Rubricatica*, A. y B.  
 — — var. *trigonula*, A. y B.  
*Cardium Partschii*, May., cc.  
 — — var. *monopleura*, Font.  
 — — var. *subrostrata*, A. y B.  
 — — var. *subvratransversa*, A. y B.  
 — — var. *Castrensis*, A. y B.  
 — (*Limnocardium*) *edule*, var. *Rastellensis*, Font., cc.  
 — — — var. *Bollenensis*, Mayer, cc.  
 — — *Bollenense*, May., var. *Sparcisulcata*, r.  
 — — *Rubricati*, A. y B.  
 — — *semisulcatum*, R., var. *Magdalenensis*, Font., r.  
 — — *prætense*, Mayer, var. *Catalaunica*, A. y B., r.  
 — — *tenuis*, Fuchs.  
 — — *subtenuis*, A. y B.  
 — — — A. y B., var. *integrifolia*, A. y B.

|                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Cardium</i> ( <i>Limnocardium</i> ) <i>carinatum</i> , Desh., var. <i>densecostata</i> , A. y B. |
| — — — Desh., var. <i>magnocardo</i> , A. y B.                                                       |
| — — — Desh., var. <i>minor</i> , A. y B.                                                            |
| — — — <i>laevicosta</i> , A. y B.                                                                   |
| — — — <i>lectosis</i> , Font.                                                                       |

*Arcopagia Strohmayeri*, Hörn.?

3.<sup>a</sup> Hilada superior de arenas verdosas finas, sin limonita y sin fósiles (1<sup>m</sup>'20).

c) Por encima aparece una masa de arenas margosas limoníferas (c), con *Pecten Comitatus*, Font., y *Ostrea cochlear* Poli., muy escasas (50 metros).

d) Esta masa tiene encima un depósito de guijarros (d) de todas dimensiones (0<sup>m</sup>'50 á 0<sup>m</sup>'04) (0<sup>m</sup>'80).

e) Finalmente, todo ello está cubierto, lo mismo que en toda la comarca, por el manto (e) de limo cuaternario travertinoso, rojizo (5 metros).

Hemos recogido ejemplares de *Congeria*, *Cardium*, *Hydrobia*, *Melania* y *Melanopsis*; pero desgraciadamente el punto reducido en que las *Congeries* y *Cardium* son más abundantes, estaba oculto y cubierto por un hundimiento del Cuaternario producido por las frecuentes lluvias del invierno.

En este sitio hemos podido darnos cuenta de los grandes derrumbios en el Aquitaniense, el segundo tramo mediterráneo y el Poniense antes de la llegada del Mediterráneo plioceno en este valle. Fenómeno por lo demás comparable al que en la misma época se ha producido, ya en el valle del Ródano, ya en otros valles de la cuenca mediterránea.

Después de haber estudiado este depósito salobre, reducido actualmente á una banda de un kilómetro de longitud y 120 metros de ancho, colocado á 70 metros por encima del nivel del Llobregat, por efecto de la erosión, volvimos sobre nuestros pasos hasta llegar á la clásica ensenada pliocena del Papiol.

A las nueve llegamos al yacimiento plioceno que se encuentra encajado entre una escarpa aquitaniense por un lado, y otra escarpa paleozóica por el otro en el fondo del barranco Gabaix. Hemos reconocido en esta ensenada un *fjord* plioceno formado por islotes, ya del Aquitaniense litoral, ya del segundo tramo mediterráneo, ya del Paleozóico.

Todos los geólogos que han estudiado la región (MM. Vezian, Carez, Maureta y Thos) hablan con detalles de este clásico yacimiento plioceno.

Hemos comenzado á estudiarle por la base. En él se observa:

1.º Las capas de *Congeries*, prolongación de las de Castellbisbal que ya se habían visitado, con la particularidad de que se confunden aquí en el Plasenciense. En efecto: se han recogido en las arcillas azules arenosas, en el fondo del barranco Dabaix, las mismas especies de *Congeries*, de *Melania*s, de *Melanopsis*, de *Neritina*s que en Castellbisbal, con *Turritella subangulata*, muy frecuentes; *Nassa semistriata*, *N. italica*, *Natica helicina*, *Cassidaria echinophora*, *Pecten*, etc.

Las arcillas azules, en las que se encuentran estas especies, tienen muy pequeño espesor; no se observa en ellas ningún carácter diferencial, litológico ni estratigráfico, que permita distinguir dos hiladas, sino que el todo está confundido en una sola masa.

Se encuentra en este nivel:

*Melania Tournoueri*, Font., var. *Ferreolensis*, Font.

*Melanopsis Neumayri*, Tournouër, var. *Papiolensis*, A. y B.

*Neritina* (*Neritodonta*) *micans*, Gaud. y Fischer, var. *Bollenensis*, Font.

*N. (N.) micans*, Gaudry y Fischer.

*Dreissensia simplex*, Barbot.

— — var. *Catalaunica*, A. y B.

— *subsimpler*, A. y B.

— *subdubia*, A. y B.

— *rostriformis*, Desh., var. *Papiolensis*, A. y B.

— *auricularis*, Fusch., var. *minor*.

— *unquiformis*, A. y B.

Esta *Dreissensia*, según M. Brusina (*in litteris*), no es más que una sola especie, que propone sea nombrada *D. subdubia*, A. y B.

*Dreissensia dubia*, Mayer.

*D. latiuscula*, Mayer.

*Cardium*, sp.

Las especies salobres están mezcladas y acompañadas de las siguientes especies plasencienses:

*Nassa italica*, Mayer.  
*Galeodea (Cassidaria echinophora)*, Lamk.  
*Turritella subangulata*, Broc.  
*Pleurotoma (Surcula dimidiata)*, Broc.  
*P. (Raphitoma) brachystoma*, Phil.  
*Ostrea cochlear*, Poli.  
*Pleuromectia Comitatus*, Font.  
*Anomalocardia diluvii*, Lamk.  
*Venus islandicoides*, Lamk., etc.

Resulta, pues, claramente que aquí no se puede separar la hilada de Congerías del Plesanciense, ni desde el punto de vista estratigráfico ni paleontológico, y que no estaría en conformidad con lo que nos dice la naturaleza el colocarlas en el Mioceuo, aun en el más superior.

A partir del nivel de Congerías, hemos reconocido de abajo arriba las capas siguientes:

2.º Margas arcillosas azuladas. Su matiz azul, muy acentuado en los niveles inferior y medio, pasa á gris amarillento en la parte superior y acusa una hilada diferente. Estas reposan, ya sobre el terreno pizarreño, ya sobre la hilada inferior. La potencia de la hilada inferior pasa de 50 metros. Los moluscos marinos son muy numerosos, y el estado de conservación de los ejemplares frágiles es muy bueno (por ejemplo, *Pleuromectia cristata* con sus dos valvas), lo que nos muestra con evidencia que el mar estaba aquí muy tranquilo (hecho que desde luego se impone gracias á la topografía), y que el depósito de los sedimentos se efectuaba con regularidad en el fondo de la ensenada pliocena. Se encuentran *Brissopsis Genei* raros é impresiones de plantas poco frecuentes; pero los moluscos son muy numerosos. He aquí la lista de las especies más frecuentes:

*Nassa semistriata*, Broc., cc.  
 — *Hærnesi*, May., c.  
 — (*Buccinum*) *italica*, May., cc.  
*Phos polygonum*, Broc., c.  
*Galeodea echinophora*, Lamk., c.  
*Pleurotoma turricula*, Broc., c.  
 — (*Surcula*) *dimidiata*, Broc., cc.  
 — (*Raphitoma*) *brachystoma*, Phill.

*Mitra striatula*, Broc., cc.  
*Natica millepunctata*, Lamk., c.  
 — *helicina*, Broc., cc.  
*Piramidella pilcosa*, Bronn., c.  
*Eulima subulata*, Donovan, c.  
*Cerithium vulgatum*, Brug., rr.  
*Aporrhais (chenopus) Uttingerianus*, Risso, cc.  
*Turritella subangulata*, Broc., ccc.  
*Scalaria tenuicostata*, Michaud, r.  
*Dentalium delphinense*, Font., cc.  
*Ostrea cochlear*, Poli, cc.  
*Pecten (Pleuromectia) cristatus*, Bronn., c.  
 — *Comitatus*, Font., c.  
 — *Bollenensis*, Mayer, rr.  
*Pinna Brocchii*, d'Orb., rr.  
*Anomalocardia diluvii*, Lamk., cc.  
*Yoldia nitida*, Brocchi, r.  
*Cardium edule*, Lin., r.  
*Venus multilamella*, Lamk., c.  
 — *plicata*, Gmelin, r.  
 — *islandicoides*, Lamk., c.  
*Cytheræa chione*, Lin., c.  
*Corbula gibba*, Olivi., cc.

3.º Por encima, según acabamos de indicar, aparece la hilada de margas arcillosas amarillentas ó grises, friables y terrosas en algunos sitios. Contiene yeso y limonita en pequeñas láminas; en la parte superior se las ve mezcladas con restos de pizarras y de cuarzo, que son más abundantes y más gruesos al aproximarse á la escarpa pizarreña helvética. Esta hilada está caracterizada por la presencia de ciertas especies que faltan en la hilada precedente y por la menor frecuencia de otras. Su espesor no pasa de 40 metros. Las especies siguientes son menos frecuentes: *Turritella subangulata*, *Nassa italica*, *Venus islandicoides*.

Se observa la presencia de

*Strombus coronatus*, Defr., c.  
*Cerithium vulgatum*, Lin., c.  
*Turritella Rhodanica*, Font., c.

*Spondylus Ferreolensis*, Font., cc.  
*Barbatia barbata*, Lin., cc.  
*Ostrea cucullata*, Bors., r.  
*Ostrea Hærnesi*, var., c.  
*Pecten Bollenensis*, Mayer, cc.  
*Hinnites Ercolanianus*, Cocconi, ccc.  
*Chama gryphoides*, Lin., ccc.  
*Poliperos*, etc.

Esta hilada es la que aflora en los barrancos laterales de Albareda y del Terme que hemos visto al subir el valle por el ferrocarril.

Sin embargo, además de estos tipos, especiales de este nivel, se encuentran todas las especies de la hilada precedente. He aquí la lista de las especies recogidas en esta hilada:

## GASTERÓPODOS

*Murex Campanii*, de Stel. y Pant., r.  
 — *imbricatus*, Br., var. *Gratiensis*, A. y B.  
 — *imbricatoides*, Hörn. y Au., r.  
 — *torularius*, Lam., var. *Bollenensis*, Font., r.  
 — *subheptagonatus*, A. y B., r.  
 — *Neomagensis*, Font., r.  
 — *polimorphus*, Broc., r.  
 — *funiculosus*, var. *Restitutensis*, Font., r.  
 — *craticulatus*, Broc., r.  
 — *sublavatus*, Bast., var. *Grundensis*, Hörn. y Au., r.  
 — *cælatus*, Grat., var. *Papiolensis*, A. y B., r.  
*Fusus (Jania) angulosus*, Broc., r.  
 — *prærostratus*, Font., r.  
 — (*Euthria*) *aduncus*, Bron., r.  
*Corallophyllia lamellosa*, Jan., r.  
*Ranella gigantea*, Lam., r.  
 — *marginata*, Brogniart, r.  
*Triton nodiferus*, Lamk., r.  
*Persona grassi*, Bellardi, r.  
 — *tortuosa*, Borson, r.  
*Cancellaria Bonellii*, Bellar., c.  
 — *lyrata*, Broc., c.

*Cancellaria lyrata*, var. *Augusta*, A. y B., r.  
 — *serrata*, Bron., var. r.  
*Nassa Hærnesi*, Mayer, cc.  
 — *limata*, Chem., c.  
 — *Bollenensis*, Tourn., var. *acuminata*, A. y B., r.  
 — *reticulata*, Lin., r.  
 — *semistriata*, Broc., cc.  
 — *transitans*, Bellar., r.  
 — (*Buccinum*) *italica*, May., cc.  
*Phos polygonum*, Broc., c.  
*Ringicula Gaudryana*, Morlet, c.  
 — *Africana*, Morlet, c.  
*Galeodea (Cassidaria) echinophora*, Lam., cc.  
*Columbella thiara*, Broc., r.  
 — *tetragonostoma*, Font., r.  
*Conus turricula*, Broc., var. r.  
 — *Mercati*, Broc., c., var. *funiculigera*, Font.?, r.  
 — *Ventricosus*, Bronn., r.  
 — *antediluvianus*, Broc., r.  
*Pleurotoma (Surcula) dimidiata*, Brocchi, cc.  
 — *rotata*, Broc., r.  
 — *turricula*, Broc., c.  
 — *recticostata*, Bell., r.  
 — *obtusangula*, Broc., r.  
 — *pustulata*, Broc., r.  
 — *intorta*, Broc., r.  
 — *reticulata*, Ren., var. *Bollenensis*, Font., r.  
 — *nebula*, Montag., r.  
 — (*Drillia*) *Allionii*, Bellardi, c.  
 — (*Clavatula*) *squamulata*, Broc., r.  
*Mitra bitenuata*, Font.  
 — — var. *Rhodanica*, Fontanues, r.  
 — *Venaysiana*, Font., r.  
 — *aperta*, Broc., r.  
*Cyprea amygdalum*, Broc., r.  
*Natica millepunctata*, Lamk., c.  
 — — var. *raropunctata*, Sassi, r.  
 — *helicina*, Broc., cc.  
 — *Josephinia*, Risso, r.

- Natica eucleista*, Font., r.  
 — *intricata*, Don., r.  
*Pyramidella plicosa*, Bronn., c.  
*Turbonilla Millanensis*, Font., c.  
*Odostomia submichaelis*, Sacco, r.  
*Eulima subulata*, Donovan, c.  
 — *bulimus*, Phil., r.  
*Cerithium vulgatum*, var. *minuta*, Phil., r.  
 — — var. *Bollenensis*, Font., r.  
 — *Michelottii*, Hörn., var. *imbricata*, A. y B., r.  
 — *scabrum*, Olivi, var. *Comitatensis*, Font., r.  
 — (*Bittium*) *reticulatum*, da Costa, var. *paludosa*, B., D. y Dollf., r.  
*Aporrhais (Chenopus) Uttingerianus*, Risso, cc.  
 — *pespelecani*, Lin., r.  
*Turritella subangulata*, Broc., c., var. *infraangulata*, A. y B., r.  
 — — var. *ditropis*, Font., r.  
 — *Rhodanica*, Font., c.  
 — *protoides*, Mayer, r.  
 — *aspera*, Sism., c.  
 — *communis*, var. *Ariesensis*, Font., c.  
*Vermetus arenarius*, Lin., c.  
*Scalaria tenuicostata*, Michaud, c.  
 — — var. *Michaudi*, Font., c.  
 — *torulosa*, Broc., r.  
 — *lanceolata*, Broc., var. r.  
 — *clathratula*, Turton, r.  
 — *cancellata*, Broc., var. *Papiolensis*, A. y B.  
*Littorina Ariesensis*, Font., r.  
*Solarium simplex*, Bronn., r.  
*Lacuna Basteroti*, Bronn., r.  
*Rissoina pusilla*, Broc., r.  
 — *Brugnierei*, Payr., r.  
*Bythinia Almerai*, Brus., rr.  
*Valvata Almerai*, Brus., rr.  
*Turbo tuberculatus*, Marcel de Serres, r.  
*Trochus striatus*, Lin., r.  
 — *magus*, Lin., r.  
*Clanculus corallinus*, Gmel., r.

- Fissurella græca*, Lin., r.  
*Calyptræa chinensis*, Lin., r.  
*Capulus Hungaricus*, Lin., r.  
*Dentalium Delphinense*, Font., cc.  
 — *dispar*, Cocconi, r.  
*Ophicardelus Serresi*, Tourn., rr.  
*Plecotrema ringiculæformis*, A. y B., rr.

## LAMELIBRANQUIOS

- Ostrea Barriensis*, Font., var. c.  
 — *lamellosa*, Broc., c.  
 — *cochlear*, Poli., cc.  
 — *Perpiniana*, Font., r.  
 — *Hærnesi*, Reuss., var. c.  
 — *Companyoi*, Font., c.  
 — *cucullata*, Borson., r.  
 — *Papiolina*, A. y B., r.  
 — *Anomia ephippium*, Lin., cc.  
*Pecten varius*, Lin., r.  
 — *opercularis*, Lin., r.  
 — *Bollenensis*, Mayer, cc.  
 — *pseudo-Bollenensis*, A. y B., r.  
 — *sub-Bollenensis*, A. y B., r.  
 — *sub-Labuæ*, A. y B., r.  
 — *venustus*, Goldf., r.  
 — *pseudo-venustus*, A. y B., r.  
 — *pesfelis*, Lin., c.  
 — *pusio*, Lin., c.  
*Janira (Pecten) benedicta*, Lamk., r.  
*Pleuromectia (Pecten) cristata*, Bronn., cc.  
 — *Comitatus*, Font., r.  
*Spondylus Ferreolensis*, Font., cc.  
*Hinnites Ercolanianus*, Cocconi, cc.  
*Perna soldanii*, Desh., r.  
*Pinna Brocchii*, d'Orb., r.  
*Modiola Sanctensis*, A. y B., r.  
*Lithodomus lithophagus*, Lin., cc.  
*Dreissensia latiuscula*, Mayer, r.

- Dreissensia dubia*, Mayer.  
*Arca Noë*, Lamk., c.  
 — — var. *comitatensis*, Font., r.  
*Barbatia (Arca) barbata*, Lin., cc.  
 — *lactea*, Lin., r.  
 — *acanthis*, Font., r.  
*Anomalocardia (Arca) diluvii*, Lamk., cc.  
 — *pectinata*, Broc., r.  
*Pectunculus bimaculatus*, Poli, c.  
 — *glycimeris*, Lin., c.  
*Nucula nucleus*, Lin., r.  
*Leda commutata*, Philippi, c.  
 — *pusio*, Phil.?, r.  
 — *clavata*, Calcara, r.  
*Yoldia nitida*, Broc., c.  
*Chama gryphoides*, Lin., cc.  
*Cardium hians*, Broc., r.  
 — *aculeatum*, Lin., c.  
 — *papillosum*, Poli, c.  
 — *oblongum*, Chem., var.  
 — *comitatensis*, Font., c.  
 — *multicostatum*, Broc., r.  
 — *edule*, Lin., r.  
 — — var. *Papiolensis*, A. y B.  
 — — var. *Rastellensis*, Font., r.  
 — — *edesma*, A. y B., r.  
 — — *Puschi*, May., var. *typopleura*, Font., r.  
 — — *Magdalenense*, Brus., r.  
 — — *Chiæ*, A. y B., rr.  
 — — *spondyloopsis*, A. y B., rr.  
*Lucina borealis*, Lin., r.  
 — *spiniifera*, Mont., r.  
*Loripes leucoma*, Turton, r.  
*Circe minima*, Montagu, c.  
*Cardita Bollenensis*, Font., c.  
 — *intermedia*, Broc., r.  
 — *Rubricatica*, A. y B., r.  
*Mytilicardia calyculata*, Lin., c.  
 — — var. *obtusata*, Requier, r.

- Mytilicardia calyculata*, var. *semivarians*, Font., r.  
 — — var. *diglypta*, Font., r.  
 — — var. *rostrata*, A. y B., r.  
*Venus islandicoides*, Lamk., r.  
 — *multilamella*, Lamk., cc.  
 — *rhysalea*, Font., c.  
 — *Bronni*, May., var. *Comitatensis*, Font., r.  
 — *plicata*, Gmelin, r.  
 — *ovata*, Pennant, cc.  
 — *scalaris*, Bronn., r.  
 — *verrucosa*, Lin., r.  
 — *excentrica*, Agassiz, r.  
*Cytheræa chione*, Lin., cc.  
 — *Pedemontana*, Agass., r.  
 — *rudis*, Poli, r.  
*Artemis exoleta*, Lin., r.  
*Tellina planata*, Lin., r.  
 — *serrata*, Renieri, r.  
 — *compressa*, Broc., c.  
 — *elliptica*, Broc.  
 — *stricta*, Broc.  
*Psammobia Labordei*, Bast., r.  
 — *Ferroensis*, Chemn., c.  
 — *uniradiata*, Broc., r.  
*Syndosmya Rhodanica*, Font., r.  
 — *alba*, Wood., c.  
*Corbula gibba*, Olivi, cc.

## BRAQUIÓPODOS

- Terebratula biplicata*, Broc., var. A, B, C., Alm. y Bof.  
 — *gr. biplicata*, Brocc.  
 — *ampulla*, Brocc.?

## EQUÍNIDOS

- Brissopsis Genei*, Sism., c.

## ANTHOZOARIOS

*Dendrophyllia cornigera*, Blainv., c.

— *amica*, Michelin, c.

*Balanophyllia irregularis*, Seguen., c.

*Astrocænia Almerai*, de Angelis, r.

*Cladocora granulosa*, Goldf., c.

*Cænocyathus cylindricus*, E. H., c.

— *affinis*, Michelin?, r.

No hemos tenido tiempo de visitar la parte del Este de esta ensenada, que ofrece la misma facies, la misma forma y las mismas condiciones geográficas que la localidad típica de Saint-Restitut (Drôme) <sup>(1)</sup>. En uno y otro punto se trata de una escarpa miocena, contra la cual se aplican las margas pliocenas con *O. Hörnesi*, var. *O. cochlear*, *Chama gryphoides*, *Barbatia barbata* y políperos.

En el barranco del lado del Mediodía hay un yacimiento de plantas, en el cual abundan *Platanus aceroides*, *Laurus canariensis* y varias de las especies que hemos mencionado anteriormente correspondientes casi al mismo nivel en el barranco de Esplugas.

4.º Las arcillas precedentes en la parte alta pasan imperceptiblemente á margas de color gris claro con zonas irregulares azules ó amarillentas que se cargan de guijarros á medida que se sube y se aproxima á la escarpa.

A esta altura se hallan especies salobres acompañadas de especies marinas (*Pecten*, *Anomia*). Las especies salobres encontradas hasta hoy son:

*Potamides Basteroti*, M. de Serres, r.

*Congeria dubia*, Mayer, r.

— *latiuscula*, Mayer, r.

*Unio Papiolensis*, A. y B., r.

Desgraciadamente los derrubios han arrastrado casi todo este depósito salobre, y es difícil recoger estos tipos, que eran abundantes.

La coexistencia de *Potámides*, *Congerias* y *Unio* que existían en

(1) Véase Déperet, *Comp. rend. de l'Excursion à Barri, Saint-Paul, Trois-Châteaux*, etc., tomo XXII, pág. 674.

las aguas salobres, y de tipos de moluscos francamente marinos, indica la presencia en esta época de un estuario, en el cual comienza á constituirse en el Papiol un régimen salobre que ha comenzado con la época astiense.

Este horizonte, que se puede atribuir al Astiense, tiene en su parte más alta arenas finas amarillentas que pasan en ciertos puntos á una especie de maciño de aspecto terroso, dispuesto en capas delgadas, regulares, con limonita. En el nivel más superior se hacen irregulares y toman la facies litoral. Los fósiles son escasos: no contienen otra especie que el *P. cristatus*, que se encuentra en todos los niveles marinos pliocenos. En ciertos puntos hay bancos que contienen jacillas y moldes de especies de moluscos litorales. Estas capas pertenecen evidentemente al Astiense; su potencia no pasa de ocho metros. En otros sitios del valle, situado más al S., se hacen muy fosilíferas.

Esto es precisamente lo que ocurre en la colina pizarrea del Pi den Vals, situada á 800 metros al S. del Papiol. Las capas astienses margo-arenosas se apoyan en las pizarras; pasan á margas cavernosas amarillentas con granos de cuarzo y restos de pizarra redondeados que aumentan en número y dimensión á medida que se aproximan á la cumbre, en donde no hay más que un conglomerado poligénico de pizarras, areniscas, caliza con cantos de cuarzo blanco predominantes, coronando la parte N. de la colina.

La hilada margosa tiene todos los caracteres de una formación cáspica, existiendo en ella *O. cochlear*, *H. Ercolanianus*, *P. cristatus*, *Dreissensia*, *Pisidium*, *Cardium*, *Barbatia barbata*, *Panopæa? miopsis*, etc. Se trata, pues, de un depósito litoral de la parte más alta del Plioceno medio marino. Esto está confirmado por el banco de conglomerados que tiene todos los caracteres de un depósito costero.

En realidad, existen aquí, como en Théziers y en Bollene, dos niveles de formación cáspica separados por un depósito de margas arcillosas azules. El primero es debido á la transgresión del mar en el valle al principio del Plioceno, y el otro á la regresión del mismo mar al fin del Astiense marino.

La discordancia, ó más bien la adaptación de los depósitos pliocenos en la escarpa formada, sea por las pizarras, sea por el Aquitanoense ó el Helvético, prueba que una importante denudación de las capas miocenas que cubrían las pizarras antiguas y el Aquitanoense, ha precedido al depósito de estas margas pliocenas y á la llegada del mar en el valle. La acción erosiva se ha extendido tam-

hién al Aquitaniense y al Paleozóico, en el cual, sobre todo, se ha formado la ensenada pliocena. Un largo período ha debido transcurrir entre los últimos depósitos miocenos y los primeros del Plioceno ó capas de Congerías. La formación de ese valle se ha efectuado durante este período, como ha ocurrido con los otros valles de la Europa central y meridional.

Por último, el todo está cubierto, como ocurre generalmente en la comarca, por un manto de limos cuaternarios, travertinosos, rojizos y ferruginosos. Por el lado Sur del barranco que hemos subido tiene un espesor de más de cuatro metros.

El pueblo y su antiguo castillo están contruidos sobre una caliza dura perteneciente al segundo tramo mediterráneo, nivel de *Ostrea gingensis*, *Pecten Fuchsi*, etc., con políperos y perforaciones de pholadios pliocenos.

Fuimos después á reconocer otro retazo de la misma caliza, situada á 400 metros al Este del pueblo, formando la colina de las Escletjas (quebradas) (fig. 17). Esta manchita helvética, así como la en que está edificado el pueblo, está formada por una caliza compacta, frecuentemente laminar ó sacaroidea. La fractura es astillosa y granuda, y ofrece matices bastante vivos, variando entre el blanco amarillento y el amarillo rojizo, con tonos á veces grises ó azulados. Forma una masa imperfectamente estratificada que alcanza más de 20 metros de espesor. La veremos más desarrollada en el Panadés. Contiene abundancia de restos de cuerpos organizados, sobre todo políperos.

Los moluscos no se muestran más que al estado de moldes ó de jacillas. En su parte inferior esta caliza es brechiforme, cargándose de granos de cuarzo y de fragmentos de pizarras procedentes de las localidades próximas; pasa á un conglomerado poligénico que contiene valvas de *Pecten* y de *Ostrea*, que indican claramente la proximidad de una playa.

Las especies más frecuentes en esta caliza son:

*Balanus* sp.

*Turritella cathedralis*, Brong.

— *terebralis*, Lamk.

— *gradata*, Menk.

*Ostrea crasissima*, Lamk.

— *gingensis*, Schlot.

*Ostrea fimbriata*, Grate.

*Pecten Fuchsi*, Font.

— cf. *scabriusculus*, Mark. (*opercularis*, Lamk. in Goldf.)

*Cardium edule*, Lin. in Hörn.

*Venus Aglauræ*, Brong.

— *multilamella*, Lamk.

*Cytherea* sp.

*Lithodomus lithophagus*, Lamk.

*Panopæa Menardi*, Desh.

*Jouannetia Papiolina*, Vezian, etc.,

y algunos políperos:

*Cyatomorpha Rocchetina*, Michelin.

*Heiastrea Defrancei*, E. H.

— *plana*, Michelin.

*Goniastræa gratissima*, Michelin.

*Favia* sp., etc.

Esta masa de caliza descansa sobre algunas capas muy delgadas de arenisca roja y de arcilla pizarreña violácea, prolongación muy reducida del terreno lacustre aquitaniense.

Está dividida por curiosas hendiduras que se dirigen de uno á otro extremo (fig. 20), paralelas entre sí, formando las diversas gradas de la cumbre de la colina al NE.

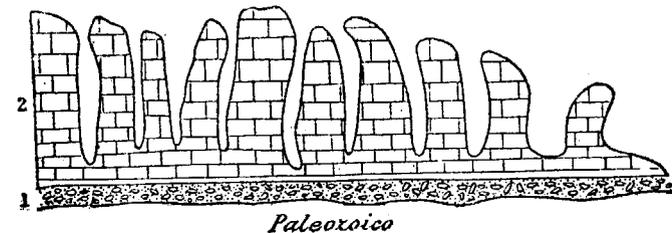


Fig. 20.—Corte de la colina de Escletjas á Papiol. Longitud, 440 metros (Paleozóico).

1, Aquitaniense brechífero; 2, caliza con políperos (Helvético).

Este fenómeno es debido á la denudación ocasionada por las aguas que vierten hacia el barranco situado al SO. Contra estas calizas, del mismo modo que contra las pizarras y el Aquitaniense, se apoyan

las margas azules pliocenas en discordancia de estratificación bien manifiesta.

Esta caliza, como el Aquitaniense subyacente, el Pontiense continental y el Plioceno, se extendía antes hasta la vertiente opuesta del Llobregat, tocando á la escarpa triásica que va de Pallejá á San Andreu de la Barca; porque del lado de Pallejá y del lado de San Andreu hacia el collado de la granja Mitjans-del-Bosch subsisten pequeños relazos de estas formaciones, testigos de su antigua extensión.

La caliza de las Escletjas pertenece al nivel medio de la segunda edad mediterránea con *Halitherium fossile*, *Pecten Fuchsi*, *Venus Aglauræ* y políperos, que más adelante observaremos igualmente representados en el Panadés y en San Pau de Ordal. No obstante, es una formación algo más antigua que la de las capas de Montjuich.

Dirigiéndose siempre hacia el Este llegamos al serrijón paleozóico fosilífero, cuyo estudio era objeto principal de nuestra excursión. Se ha podido observar que el Aquitaniense brechífero cubre las pizarras purpúreas (Ordoviciense) caracterizadas por la presencia de *Asaphellus* sp., *Euloma Niobe* y muchos tipos de lamelibranquios, como se ve en la aldea de Puig.

La estratigrafía en este punto no es fácil de deslindar; pero á M. Barrois le cabe el mérito de haberlo hecho, gracias á los fósiles que con este objeto le hemos enviado. La serie está muy trastornada, y ha sido necesaria toda la competencia de M. Barrois acerca de las faunas paleozóicas para llevar á cabo la determinación de la edad de las capas que contienen tipos casi todos nuevos. En la colina de Puig no se ven ni pliegues ni levantamientos de las capas anunciando al geólogo un trastorno de los terrenos, sino, al contrario, la serie se presenta regularmente estratificada, sin que en nada se acuse la inversión completa de las capas. Sólo por el estudio paleontológico ha podido revelarse este interesante accidente tectónico.

He aquí la sucesión estratigráfica de las colinas del caserío de Puig y de la granja Amigonet, próxima la una á la otra, separadas solamente por el barranco de la Font (fuente Amigonet). En la colina de Puig (fig. 21), y marchando del NO. al SE., encontramos la serie siguiente:

1.º En la base las pizarras con sericita que constituyen casi todo este macizo antiguo (Cambriano).

2.º Por encima, en estratificación discordante, sobre el flanco E., vienen calizas amigdaloides con *Orthoceras* (Devoniano inferior), bu-

zando fuertemente hacia el SO.; y sobre ellas, buzando próximamente en el mismo sentido, las calizas margosas amarillentas con *Tentaculites* (Devoniano inferior). Estas se muestran en diversas ocasiones alternando con las liditas (Carbonífero).

Sobre la vertiente opuesta, ó de las Barreras, la caliza con *Orthoceras* es invisible ó no existe: no se ve más que las calizas amarillentas con *Tentaculites* en contacto con las pizarras sericíticas.

3.º Por encima de las calizas con *Tentaculites*, en las dos vertientes de la colina, y en discordancia de estratificación, vienen pizarras cuarzosas y cuarcitas muy plegadas verdosas, rojizas, violáceas (Carbonífero), que en la vertiente E. se muestran en diversos sitios, alternando con las calizas con *Tentaculites*.

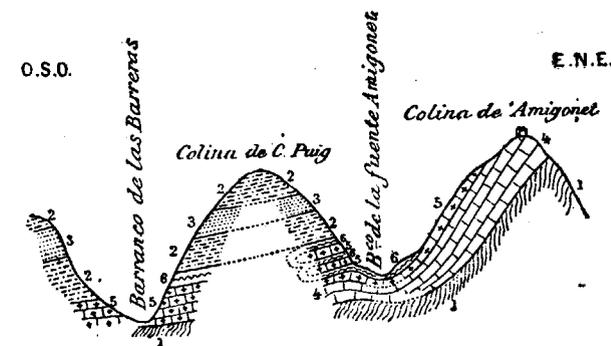


Fig. 21.—Corte de las capas ordovicienses y devonianas del Papiol: longitud, 800 metros; altura, 80 metros.

1, pizarras sericíticas (Cambriano); 2, pizarras con *Asaphellus* (Ordoviciense); 3, pizarras sin fósiles; 4, caliza con *Orthoceras* (Devoniano inferior?); 5, caliza amarillenta con *Tentaculites* (Devoniano inferior); 6, liditas (Carbonífero).

4.º Por encima de las cuarcitas, y siempre en discordancia, vienen pizarras rojas purpúreas fosilíferas con *Asaphellus* (Ordoviciense) muy hojosas, finas, con bancos de caliza parda ferruginosa intercalada; se extienden hacia el O., cubriendo, como aquí, las liditas. Estas pizarras pasan á otras verdosas casi concordantes menos finas, pero de composición análoga, sin fósiles, cerca de las cuales aparecen las pizarras rojas purpúreas con *Asaphellus* con bancos de caliza parda ferruginosa con *Encrinus*. La caliza va predominando y se

hace más compacta y menos ferruginosa á medida que nos alejamos del primer nivel y que nos aproximamos á las cuarcitas.

5.º Por debajo vuelven otra vez las cuarcitas ó liditas discordantes, extremadamente, plegadas como se ha podido observar en el fondo del barranco de la Font Amigonet. Estas se apoyan en las dos vertientes de la colina, ya sobre las pizarras sericiticas, ya sobre las pizarras y grauvacas con *Echinosphærites* cf. *balticus*, *Cystideos* y con *Orthis*, que á su vez descansan sobre las pizarras sericiticas en el fondo del barranco de las Barreras.

Subiendo la colina de Amigonet por su vertiente occidental, hemos atravesado la serie siguiente:

1.º Las liditas que ocupan el fondo del barranco y suben hasta cinco metros de altura. Forman en el fondo del mismo un pliegue echado al E.

2.º Capas menos pizarreñas margosas y verdosas que se rompen fácilmente en astillas (Carbonífero) dislocadas y plegadas, buzando fuertemente hacia el O. por debajo de las liditas. Se observan políperos con escasez.

5.º Capas margosas, calizas amarillentas con *Tentaculites*, *Pleurodyetium*, *Phacops*, *Leptaena*, etc. (Devoniano inferior), buzando como las precedentes fuertemente al O.

4.º Estas capas descansan en concordancia sobre bancos de caliza amigdaloide con *Orthoceras* muy numerosas, pero desgraciadamente indeterminables, con *Tentaculites* que suben hasta la cúspide de la colina y sobre las que está edificada la granja Amigonet.

Esta caliza amigdaloide con *Encrinus* y *Orthoceras* se hace más compacta, más dura, azulada y dolomítica en algunos sitios, en las proximidades de las pizarras sericiticas, sobre las cuales descansa transgresivamente. Al E. del barranco de la granja Amigonet estas calizas pertenecen á otra faja más grande, descansando también sobre las mismas pizarras, que no son otra cosa más que la prolongación de una faja más grande situada al otro lado de la riera, cerca de la aldea de San Bartolomé de la Cuadra.

El buzamiento de las capas calizas con *Phacops* de esta colina, con relación á las de *Asaphellus* de la colina de Puig, indica claramente que estas últimas deben apoyarse sobre las otras; por lo demás, ya hemos visto que cerca de la aldea de Puig, las pizarras rojas purpúreas con *Asaphellus* cubren las capas amarillentas con *Tentaculites*. Sin embargo, la fauna nos manifiesta de un modo evidente que esta

disposición es debida á la inversión completa de las capas. En efecto: en las pizarras rojas purpúreas, entre los diferentes tipos de *Asaphidos* encontrados, M. Barrois, después de los recientes estudios de M. Brogger, que han puesto en evidencia las relaciones de la *Ogygia desiderata* y el *Asaphus nobilis* con el género *Asaphellus* de M. Callavay, ha reconocido:

*Asaphellus*, muy semejante al *A. solvensis*, Hicks, de las capas de Tremadoc.

*Niobe* cf. *Homfrayi*, Salter.

*Asaphellus*, semejante al *innotatus*, Barrande, de Hof, en Baviera.

— cf. *Wirthi*, Barrande.

Además, ha reconocido entre los Lamelibranquios y Braquiópodos:

*Avicula* sp. (cf. *pusilla*, Barr.)

— sp. (cf. *insidiosa*, Barr.)

*Synech* sp. (cf. *tremula*, Barr.)

*Orthonota* sp. (cf. *perlata*, Barr.)

*Lingula* sp.

*Leptaena* sp. (cf. *sericca*, Sow.)

Tallos de *Encrinus* (1).

Contienen además otros tipos de braquiópodos y un tipo de ostracodos semejante á los *Leperditia*, bastante frecuente. Según M. Rupper Jones, á quien M. Barrois ha pedido la determinación de esos ostracodos, son muy pequeños para ser *Leperditia*, pero tienen un aspecto exterior completamente semejante.

«Esta fauna, añade M. Barrois, presenta un interés particular, como representante, si no nos equivocamos, de la más antigua hilada fosilífera de Cataluña. Según los recientes estudios de M. Brogger, esta fauna presenta afinidades con la fauna de *Euloma-Niobe* de las regiones septentrionales por los caracteres de sus *trilobites*, que hacen referir estas capas al nivel de Tremadoc.

»Sin embargo, la riqueza de esta fauna en lamelibranquios la comunica un aspecto más moderno que la de Tremadoc del Norte del

(1) Ch. Barrois, *Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone*. *Ann. de la Soc. geol. du Nord*, tomo XXVII, pág. 180 (1898).

país de Gales. Presenta su mayor analogía con las capas de Tremadoc del Sur del país de Gales, tal como han sido descritas por M. Hicks, y con las de Hof en Baviera. Parecen, pues, ocupar en la serie estratigráfica el extremo de la base del terreno ordoviciese (1).»

En las capas calizas amarillentas con *Tentaculites* y con *Phacops*, M. Barrois ha reconocido las especies siguientes, además de otras más comunes:

- Pterygotus?* (espinas).  
*Harpes venulosus*, Corda.  
*Phacops fugitivus*, Barr., c.  
*Prætus expansus?*, Richter.  
*Tentaculites Geinitzianus*, Richt., ccc.  
 — *acuarius*, Richt.  
*Styliola lævis*, Richt., c.  
*Chonetes* sp. (= *Leptæna?*) *lata*, Richt. (non Buch.)  
*Spirifer* cf. *histericus*, Schlot.  
*Leptæna* cf. *interstitialis*, Phill. (*L. fugax*, Richt.)  
 — *corrugata*, Richt. (non Parlock), c.  
*Strophomena?* *curta*, Richt.  
*Athyris* sp. (= *Pentamerus oblongus*, Richt.)  
*Pleurodyctium Selcanum*, Giebel in Kayser.

«Esta lista de fósiles, dice M. Barrois, prueba que las pizarras deben ser referidas á la base del Devoniano, y los argumentos más poderosos en favor de esta opinión, añade él, son la presencia del *Pleurodyctium Selcanum* y la abundancia de *Phacops* del grupo del *Trimercephalus*.»

Nosotros le hemos enviado un centenar de ejemplares de *Phacopides* que él refiere al *Ph. fugitivus* y al *Ph. miser*, y que se refieren los tres evidentemente al grupo de *Phacops* con ojos pequeños, para los cuales Mac Coy ha propuesto el subgénero *Trimercephalus*. «Se sabe, dice M. Barrois, que este grupo ha aparecido en el Siluriano superior con *Phacops Volborthi*, Barr.; ha vivido hasta el Devoniano superior, alcanzando su apogeo en el Devoniano inferior, en donde

(1) Ch. Barrois, *Sur le terrain devonien de la Catalogne*. *Ann. Soc. geol. du Nord*, 1892, pág. 182.

está representado por numerosas formas: *Phacops granulatus*, Münster; *Ph. macrocephalus*, Richter; *Ph. mastophthalmus*, Richter; *Ph. cryptophthalmus*, Gein.; *Ph. lævis*, Rømer; *Ph. micromma*, Rømer; *Ph. Rømeri*, Gein.

»El *Trimercephalus* de la Casa Amigonet nos parece tener las más grandes relaciones con el *Ph. Rømeri*, Gein., de las pizarras con *Tentaculites* de Turingia, al que es idéntico por los caracteres de la cabeza y del tórax; se distingue, sin embargo, por tener el pigidio más grande, más anillado y granuloso, carácter que se encuentra en el *Phacops fugitivus*, Barraude, del tramo G. de Bohemia. Por los caracteres de su pigidio, el *Trimercephalus* de la Casa Amigonet se aproxima más al *Ph. plagiophthalmus*, Richter, que al *Ph. Rømeri*, Gein.; pero esta especie de Geintz y Richter difiere por los surcos de su glabela y por el menor número de anillos del tórax.

»Una prueba de que esta fauna de la Casa Amigonet pertenece al Devoniano, es la relación que tiene con la fauna de pizarras con *Tentaculites* de Turingia. En estas dos regiones, en efecto, esta hilada está caracterizada por la extraordinaria abundancia de las mismas formas de *Tentaculites*, por los mismos *Trilobites* de los géneros *Trimercephalus*, *Harpes*, *Prætus*, por una misma especie de *Pleurodyctium* y por un gran número de braquiópodos muy pequeños, entre los cuales domina la pequeña *Leptæna corrugata* de Richter.

»Por lo demás, dice, por último, M. Barrois, las relaciones de la fauna paleozóica de Cataluña con la de Turingia merecen fijar la atención, tanto más cuanto que ellas no parecen limitadas á esta hilada devoniana de pizarras con *Tentaculites*.»

Según la marcha y las relaciones estratigráficas de las capas y los caracteres de la fauna, hemos reconocido, en efecto, una inversión; por lo demás, este hecho se manifiesta por los pliegues inclinados que se observan en las liditas carboníferas del fondo del barranco de la Font Amigonet, por debajo de esta granja.

La marcha de las capas de este manchón paleozóico, lo mismo que las relaciones anormales de las capas entre sí; la ausencia de pliegues más á menos apretados sobre una longitud de cerca de un kilómetro, y, sobre todo, la superposición real de las pizarras purpúreas (ordovicenses), sea sobre las calizas amarillentas con *Tentaculites* (devonianas), sea sobre las liditas (carboníferas), nos llevan á admitir que, después de producida la falla, el borde elevado constituido por el Ordoviciese ha debido ser impelido horizontalmente por encima

del Carbonífero y el Devoniano, resbalando el techo sobre el muro. Por efecto de este movimiento, la masa ordoviciana ha sido empujada hacia el E., quedando superpuesta al Carbonífero, que aparece muy plegado, y sobre el Devoniano, mientras que, á su vez, ha resultado apoyándose sobre las pizarras sericiticas (Cambriano). Sin embargo, las formaciones recientes que cubren al Paleozóico no permiten comprobar esta hipótesis.

Hemos renunciado, por falta de tiempo, á visitar las erupciones de diorita y de diabasa que atraviesan no lejos de allí las pizarras sericiticas y las cuarcitas. Los elementos de que se compone la diorita, según el Sr. Adán de Yarza, son: hornablenda, plagioclasa, augita, clorita y óxido de hierro; los de la diabasa son: plagioclasa y augita; los cristales de plagioclasa son de gran tamaño.

Tomando dirección opuesta, nos dirigimos hacia el N., á través de los barrancos formados en las pizarras arcillosas, ferruginosas, atravesados en todas direcciones por filones de cuarzo y de pórfido cuarcífero, para estudiar una granulita de facies especial y que asoma entre el Aquitaniense y el Paleozóico. No se ha visto en el Aquitaniense que la rodea ningún trozo de esta roca, y yo jamás he conseguido encontrarla; en una excursión que después he hecho no he visto tampoco ni un solo canto de granulita en el Aquitaniense, mientras que los contiene de cuarzo, de pizarras maclíferas cristalinas, de pizarras con sericita, de pizarras arcillosas, de caliza amigdaloides, de caliza del Triás, de dolomía y de arenisca abigarrada.

El Aquitaniense forma, en el contacto de la granulita, crestas ó partes salientes de 0<sup>m</sup> 50 de espesor, que marcan su límite. Estas crestas están compuestas de elementos del depósito aquitaniense y han sufrido una especie de metamorfosis, puesto que aparecen casi fundidos, mientras que el resto del depósito es friable. Por el examen microscópico de un fragmento de esta roca clástica, se ha reconocido en el Laboratorio de la Sorbona que se trata de una roca antigua constituida exclusivamente por granos de cuarzo y filoncillos de cuarzo granulítico. La calcita rellena pequeñas fisuras, y se debe á infiltraciones posteriores á la formación de la roca que datarán probablemente de la época aquitaniense. En resumen: es, según M. Bergeron, una especie de arenisca granulitizada.

Los elementos constitutivos de la granulita, según el examen al microscopio hecho por el Sr. Adán de Yarza, son: cuarzo, ortosa, algo de plagioclasa, mica negra en parte transformada en clorita.

El hecho de que no exista ningún fragmento de esta roca en el Aquitaniense nos hace creer que es posterior á esta formación; pero, por otra parte, la falta de sanidino en la roca y la ausencia de metamorfismo bien manifiesto del depósito terciario en contacto, no permite inclinarse en favor de su edad terciaria. Más tarde podrá quizás resolverse esta cuestión (1).

Desde este punto (Casa de Calopeta) nos dirigimos á la estación, atravesando el pueblo de Papiol, y á la salida vimos las margas pliocenas en contacto de la caliza compacta helvética, sobre la cual está edificado el pueblo, y apoyándose sobre el Aquitaniense brechífero

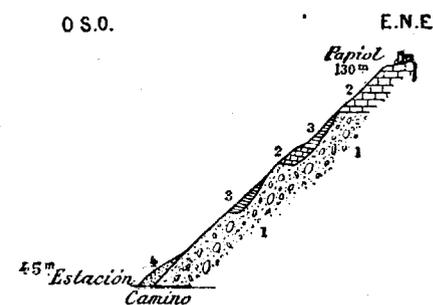


Fig. 22.—Corte de la colina de Papiol: altura, 85 metros.

1, Aquitaniense; 2, Helvético con políperos; 3, margas pliocenas; 4, lehm.

que forma el cuerpo de las colinas de Papiol. Bajando la colina por el antiguo camino, á la mitad de la pendiente vimos de nuevo un reatazo de caliza helvética apoyada sobre el Aquitaniense, que presenta en este sitio gruesos bloques de arenisca abigarrada y de dolomía triásica (fig. 19), indicando claramente que la escarpa triásica se hallaba antes muy cerca de este punto.

Las margas pliocenas se ocultan en seguida bajo el lecho cuaternario que se extiende hasta la estación, donde tomamos el tren que nos condujo á Barcelona.

Octubre de 1898.

J. ALMERA.

(1) Podrá ser, como dice M. Carez más adelante, que este fenómeno sea debido á una falla, porque el Aquitaniense á su lado ocupa un nivel más elevado un centenar de metros.

## IX

## EXCURSIÓN A GAVA, BRUGUÉS, BEGAS Y VALLIRANA

A las seis de la mañana tomamos el tren en la estación de Francia para dirigirnos á Castelldefels. A un quilómetro de Saus hay abierta una trinchera en las arenas astienses para la construcción del empalme de Vilanova; dejamos la línea del Papiol, y antes de seguir por el empalme reconocimos la trinchera, donde se manifiesta la composición arcillo-arenosa del Astliense marino amarillento ó blanquecino, cubierto por el limo cuaternario rojizo lleno de nódulos calizos. La línea atraviesa el Llobregat en la villa de Prat, situada en el centro del fértil delta de este río. Empieza al pie de la escarpa pliocena que se extiende de Saus á Cornellá, y va hasta más allá de Castellbisbal. Al atravesar el delta por ferrocarril, pudimos apreciar la extensión y el espesor de los depósitos astienses, donde se distinguen perfectamente la escarpa, así como su extremidad opuesta sobre el costado de la cadena paleozóica del Tibidabo y de San Pedro Mártir.

El subsuelo del delta está formado de una sucesión de capas permeables é impermeables; contiene horizontes acuíferos muy á propósito para el establecimiento de pozos artesianos. Los numerosos sondeos (unos treinta) practicados desde 1892 en diferentes puntos de los alrededores del Prat, en los dos lados del río, han facilitado preciosos datos acerca de la constitución geológica de esta cuenca. Nos han revelado la presencia del Siciliense marino en el subsuelo del delta. La sucesión de las capas de arriba para abajo es la siguiente:

|                                                |                   |
|------------------------------------------------|-------------------|
| 1.º Lehm actual.....                           | 20 metros.        |
| 2.º Margas arenosas amarillo claro.....        | 10 —              |
| 3.º Margas azul obscuro.....                   | 15 —              |
| 4.º Arena con conchas marinas (capa acuífera). | 4 —               |
| <b>TOTAL.....</b>                              | <b>49 metros.</b> |

En esta última capa permeable se acumulan las aguas, formando un depósito artesiano que brota con fuerza y alcanza de 1'50 á 2 metros sobre el suelo.

Este depósito es el que surte de agua á casi todos los taladros ejecutados en este punto.

Las especies de moluscos marinos recogidos en esta capa pertenecen todas á la fauna actual del Mediterráneo, y, por consiguiente, se la puede referir al Siciliense ó al Plioceno superior, correspondiendo al nivel continental de las capas lacustres de Tarrasa con *Hippopotamus major*, Cuv. He aquí la lista de las especies recogidas hasta hoy:

- Turritella communis*, Lin., cc.
- Dentalium alternans*, Bucquoy, c.
- *vulgare*, Da Costa, r.
- Leda pella*, Lin., r.
- Pectunculus bimaculatus*, Poli, c.
- Nucula nucleus*, Lin., c.
- Venus verrucosa*, Lin., c.
- *ovata*, Pennant, c.
- Tellina pulchella*, Phillipi, r.
- Corbula gibba*, Olivi, cc.
- Artemis lupinus*, Poli, r., etc.

Estas capas son evidentemente superiores á las arcillo-arenosas más altas del Astiense superior que forma la escarpa comprendida desde Saus á Cornellá. Se puede deducir que en la época siciliana la pendiente de la costa era más fuerte que lo es hoy, y que con los depósitos aportados por el río desde esta época ha sido rellenada la cuenca, y que, merced á ellos, el límite del mar retrocedió. Desde entonces las aguas se acumulan en las capas arenosas, que en otro tiempo formaron el fondo del mar.

Un poco antes de Castelldefels se encuentra el Triás (Arenisca abigarrada), que forma un pequeño cerro ó cabezo que se levanta en la llamada Plana de Calamot, situado muy cerca de Gavá. En la base se ve siempre una pudinga idéntica á la de Olesa y de la Puda: descausa en discordancia, ó más bien, transgresivamente sobre las pizarras paleozóicas; la Arenisca abigarrada bien caracterizada está encima. En este punto la Arenisca abigarrada ha resbalado, poniéndose en contacto inmediato con las pizarras; el Muschelkalk, muy

reducido aquí, ha resbalado también por consecuencia de una falla casi horizontal y está en contacto con la pudinga.

Subiendo al cabezo de Calamot por su ladera SE., hemos visto, después de la Arenisca abigarrada de la base, la pudinga poligénica con numerosos cantos rodados de cuarzo; un poco más lejos esta última está cubierta en parte por un retazo de caliza compacta, nodulosa, perteneciente al Muschelkalk. Los bancos calizos son completamente discordantes con la pudinga, llegando á buzar en sentido inverso. En la cantera abierta en la caliza encontramos *Mentzelia Mentzeli*, *Terebratula vulgaris*, *Lima costata*, Müntz.; *Chemnitzia*, sp.

Falta el Triás superior, bien porque haya sido arrastrado por la denudación, bien porque haya resbalado al SO. para constituir el cabezo de Castelldefels.

Desde la cantera nos dirigimos al pueblo de Gavá para tomar de nuevo las tartanas que debían llevarnos á la ermita de Brugués. A la salida del pueblo, en una trinchera de la carretera, se ve el Cuaternario, con 50 centímetros de espesor, que oculta las pizarras paleozóicas. Más allá aparecen éstas cubiertas en discordancia por bancos de caliza amigdaloides compacta, á veces dolomitizada, siempre muy dislocados y plegados, descansando, ya sobre las pizarras, ya sobre las liditas. Esta caliza contiene, como en Moncada y en Valcarca, tallos de *Encrinus*, y ofrece los mismos caracteres petrográficos.

A eso de las diez llegamos á la ermita de Brugués. Es oportuno consignar que aquí, lo mismo que en Moncada y en el contrafuerte de Valcarca, entre las calizas amigdaloides y las pizarras silurianas, hay pizarras cargadas de hierro (hematites parda y roja) que se han tratado de explotar varias veces. En la trinchera del camino, más allá de la casa de labor de Más, las dislocaciones y los pliegues de las pizarras blancas arcillo-margosas son verdaderamente extraordinarias (figs. 23 y 24).

Como en Moncada, se encuentran en este sitio graptolitos, de los que M. Barrois ha podido determinar algunas especies. Es de presumir que la fauna es la misma que en Moncada; la facies de estas pizarras y las relaciones estratigráficas con las calizas amigdaloides, son idénticas.

He aquí las especies que M. Barrois ha podido determinar:

*Monograptus vomerinus*, Nich.  
— *proteus*, Barr.

*Monograptus Hisingeri*, var. *jaculum*, Lapw.

— — var. *nudus*, Lapw.

— *concinus*, Lapw.

— *colonus*, Barr.

— *basilicus*, Lapw.

Los graptolitos de este yacimiento, dice M. Barrois, son notables por su modo anormal de fosilización: no están echados de plano en las

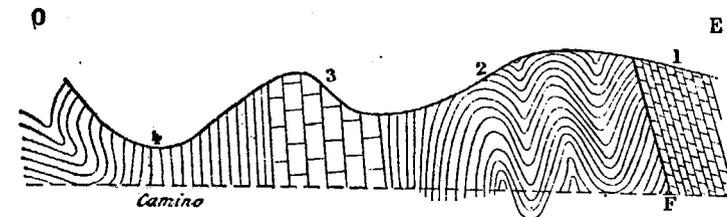


Fig. 23. — Corte de la trinchera del camino en las cercanías de Brugués: escala,  $\frac{1}{2000}$ .

1, caliza con *Orthoceras*, pizarras con *Graptolitos*; 2, pizarras con *Graptolitos*; 3, caliza dolomítica; 4, pizarras y cuarcitas.

pizarras, sino aplastados, según su diámetro, afectando formas muy variadas debidas á las compresiones. Esta faunula creemos debe referirse á la edad del *Upper Tarrannon* de M. Lapworth (Siluriano superior).

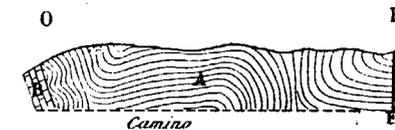


Fig. 24. — Corte en la trinchera del camino cerca de Brugués: longitud, 110 metros.

A, pizarras con *Graptolitos*; B, caliza con *Encrinus*; F, falla.

Estas pizarras con graptolitos atraviesan toda la colina de S. á N., y franqueando el barranco de Brugués, alcanzan á la colina de Mas Cortils.

Sobre las pizarras descansa en discordancia la caliza amigdaloides, compacta, cristalina,

con tallos de encrinus, buzando ya al E., ya al O.

A la caliza siguen arcillas más ó menos pizarreñas, granudas, pardas, con *Orthoceras*, que se hacen pizarreñas en la base; su potencia no pasa de 40 metros.

Por desaparición de la caliza amigdaloides, estas capas descansan

en discordancia sobre las pizarras con graptolitos <sup>(1)</sup>, su parte inferior es muy fosilífera y rica, sobre todo en *tentaculites*, *braquiópodos* y *trilobites* (*phacopidos*).

M. Barrois, que en diversas ocasiones ha tenido la bondad de estudiar estas faunas, ha reconocido, entre los ejemplares suministrados, las especies siguientes:

- Ctenacanthus* sp.  
*Harpes venulosus*, Corda.  
*Phacops miser*, Barr.  
*Prætus dormitans*, Richter.  
*Hyalites* cf. *nobilis*, Barr.  
*Tentaculites Geinitzianus*, Richt.  
*Orthoceras* cf. *bohemicum*, Richter (non Barrande).  
*Spirifer* cf. *micropterus*, Schlt.  
*Cyrtina heteroclyta*, Richt. (non DeFrance).  
*Orthis* sp.  
*Leptæna interstriata* (= *Orthis pecten*), Richt.  
 — *corrugata*, Richt. (non Portlock).  
*Panænka* cf. *pernoides*, Richt.  
*Dualina* sp., próxima á la *major*, Barr.

«Muchas de las especies citadas, dice M. Barrois, *Orthoceras bohemicus*, *Cyrtina heteroclyta*, *Lep. corrugata*, no nos parece que corresponden á los tipos de las especies de Barrande, DeFrance y Portlock; pero se relacionan, según creemos, á las especies representadas después (equivocadamente) con estos nombres por Richter. Los ejemplares que poseemos apenas nos permiten, por su mal estado de conservación, hacer actualmente una descripción crítica; pero son suficientes para mostrar relaciones inesperadas con la fauna devoniana de Turingia.»

Esta fauna pertenece, decía M. Barrois <sup>(2)</sup> en 1891, «á la parte alta del Siluriano (piso F), niveles que quizá convenga referir á la

(1) No es de extrañar que en la Vinya Negre, donde los yacimientos de Graptolitos y de Phacops están en contacto, M. Barrois haya determinado *Monogroptus vomerinus* entre los fósiles del nivel con Phacops que se le han enviado.

(2) *Observations sur le terrain devonien de la Catalogne.* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, tomo XX, pág. 64.)

base del Devoniano. Esta opinión ha sido confirmada después de los nuevos descubrimientos que hemos hecho en 1891.»

Se podrían referir las calizas amigdaloides de esta región al Siluriano superior, nivel de *Cardiola interrupta*, puesto que en Santa Creu de Olorde, al SO. de Papiol, las mismas calizas amigdaloides contienen esta especie. Por lo demás, se sabe que el nivel de *Cardiola interrupta* es superior en Bohemia y en Turingia al nivel de *Monogroptus*. En resumen, hay en los alrededores de Barcelona cuatro yacimientos del Siluriano superior,

todos próximamente del mismo nivel: Moncada, Vallcarca, Brugués, que ya hemos visitado, y Cervelló, que veremos esta tarde; y cuatro del Devoniano inferior: Moncada, Vallcarca, Papiol y Brugués. Hay que añadir Santa Creu. (Véase pág. 104.)

La ermita de Brugués está edificada sobre la pudinga silicea de la base del Trias, en el límite del Trias y de las pizarras paleozóicas (fig. 25).

Examinamos después la elevada escarpa á cuyo pie está edificado Brugués: esta escarpa está formada primeramente por la Arenisca abigarrada sola; más al N. adquiere mayor altura, y el Muschelkalk se encuentra superpuesto á la Arenisca abigarrada. Esta escarpa, por encima de Brugués, se distingue desde muy lejos á causa de su gran altura (435 metros); en la cúspide hay un antiguo

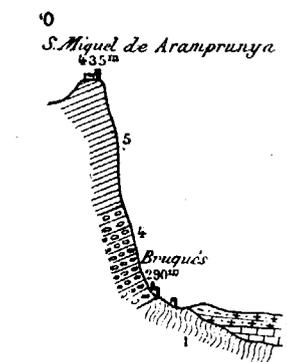


Fig. 25.—Corte de la colina de San Miquel de Aramprunyá.

Altura, 435 metros.

- 1, pizarras con *Graptolites*; 2, caliza con *Emericinus*; 3, pizarras con *Phacops* y calizas margosas; 4, pudingas de la base de la Arenisca abigarrada; 5, Arenisca abigarrada.

fuerte, actualmente en ruinas, llamado San Miquel de Aramprunyá (figs. 25 y 26). Forma el límite del Paleozóico; su longitud de S. á N. pasa de 25 kilómetros, y va desde Brugués á la Peña de Droc, enfrente de Papiol,

Tomamos en seguida los carruajes que debían conducirnos hasta Begas. El camino costea primeramente la pudinga de la base del Trias; después, y subiendo, corta la Arenisca abigarrada, micácea, bien estratificada en capas que buzan al SO., y llega casi hasta el alto de la explanada de Begas. Por encima viene el Muschelkalk en

concordancia con la Arenisca abigarrada, constituyendo la colina de Padró; en la base la caliza es dolomítica; la parte superior (444 metros) abunda en *Gyroporelles*. El Muschelkalk tiene aquí un espesor de 60 metros; se prolonga hasta cerca del antiguo castillo de Aramprunyá; pero está interrumpido por el ancho barranco de la Sigronera, que comienza en la granja Las Planas (fig. 27). Desde este punto se percibe al SO. de esta meseta las arcillas rojas yesíferas (Keuper de la Guixera), así llamada por haberse explotado allí el yeso antiguamente.

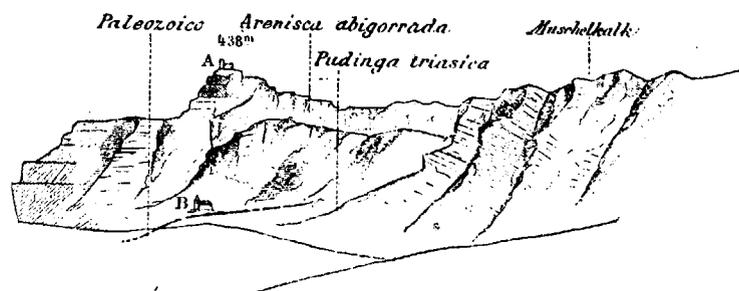


Fig. 26.—Vista de la escarpa triásica (Arenisca abigarrada) de Aramprunyá a Begas.

A, castillo de San Miquel de Aramprunyá; B, ermita de Nuestra Señora de Brugués.

Sobre las arcillas yesíferas descansa una serie de capas calizas, sin fósiles, que suben hasta 120 metros por encima de Las Planas y constituyen la colina de la Desfeta (513 metros) (fig. 25).

Estas capas nos han parecido del Infralías.

Desde la cúspide de la colina de Padró, en donde descansamos algunos minutos, admiramos el magnífico panorama que se extiende, sobre todo, al E. y al S.; al SE., los pueblos de Gabá y Vila de Gaus, la fértil llanura del delta del Llobregat y el Mediterráneo; al E., el Montjuich, Barcelona y el macizo del Tibidabo; al N., Molins de Rey y la escarpa triásica de que hemos hablado anteriormente; al O., la fértil llanura triásica de Begas; el macizo urgoniano de Montau que vamos a atravesar, y el macizo cretáceo de Morella, perteneciente a las costas de Garraf.

Al bajar la colina por su flanco N., sobre el camino de Begas, vi-

mos otra vez en una trinchera las calizas del Muschelkalk, muy delgadas aquí, con *Mentzelia Mentzeli* y *Terebratula vulgaris*. Desde Begas nos dirigimos hacia Vallirana, marchando primeramente sobre las arcillas rojas, carniolas y dolomías blanco-agrisadas del Keuper, que se prolonga al O., donde sus capas se levantan y asoman al través del Infracretáceo de la parte de Olesa y de Bonaes Valls.

En las samitas arcillosas rojas intercaladas en los bancos de dolomías ó de margas, al SO. hacia el collado Fe, se encuentran moldes de tallos de vegetales acanalados en la superficie, pero son raros. Sobre estas rocas descansan unas calizas margosas con *Natica gregarea?*, *Corbula*, etc., que se ven cerca de la granja Massaneta de Mas Grau, más allá del collado Fe.

Antes de llegar al Cretáceo se encuentran dolomías negras, con olor bituminoso cuando se las golpea con el martillo, que descansan sobre las capas superiores del borde de la llanura (Keuper ó Infralías). Esas calizas forman la base de la vertiente meridional de las colinas de Montau y de Sotarro, entre las cuales vamos a pasar. En el punto que atraviesa el sendero a la dolomia, se pasa

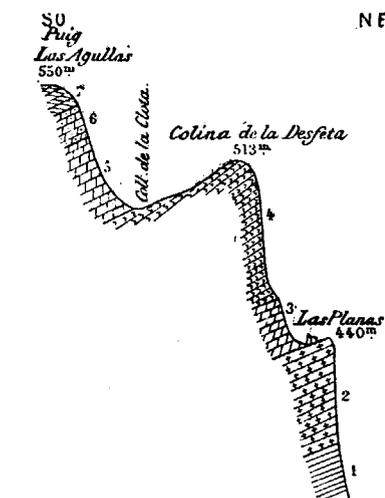


Fig. 27.—Corte del Triás y del Cretáceo desde el pico de las Aguilas a la granja de Las Planas: escala de longitudes,  $\frac{1}{50000}$ .

1, Arenisca abigarrada; 2, Muschelkalk; 3, samita roja con yeso y carniolas, 4, caliza margosa; 5, samita roja; 6, dolomia negra; 7, caliza lacustre con *Paludestrina*.

directamente del Triás a las calizas con *Matheronia* del Infracretáceo, a la salida de la llanura de Begas. La caliza urgoniana con *Matheronia* sp. es compacta y en bancos que buzan ligeramente al O., y forma una gran parte de la meseta denominada el Pla de Ardenyá. A la derecha del collado de este nombre, y en la parte alta, se ve un retazo de caliza margosa con *Orbitolina lenticulata*, *Rhynchonella lata*, *Terebratula sella*, etc.: por lo tanto, aptiense. El Aptiense se ve aún en la extremidad NE. de la meseta y al O., constituyen-

do casi todo el macizo montañoso que separa el Panadés del mar.

En la extremidad septentrional de la meseta se encuentra otra vez la dolomía negra que hemos visto á la salida de la meseta de Begas, cubierta también por calizas lacustres con *Palulestrina* y *Physes*, y sirviendo de base á su vez á las calizas urgonianas. La caliza lacustre y la dolomía se extienden á derecha é izquierda del sendero: á la derecha, hasta la cumbre del Sotarro, descansando sobre el Trias superior, y á la izquierda buzando bajo el Urgoniano para reaparecer en la escarpa NO. de la meseta. Esta caliza lacustre es negra ó agrisada, blanda, ligera, de olor bituminoso, llena de fósiles (gasterópodos) incrustados en la roca; contrasta en la escarpa por su matiz obscuro con la caliza blanca, compacta y dura con *Matheronia*. Sobre el borde NE. de la escarpa que recorreremos, los depósitos lacustres y marinos presentan muy poco espesor con relación al de la parte occidental, donde la caliza lacustre y la dolomítica alcanzan 150 metros de espesor y constituyen los picos Bernat y de la Hosca. Esto indica que el límite del lago ó del mar urgoniano no rebasaba mucho esta escarpa.

Descendiendo por la otra vertiente, encontramos las capas blancas, arcillosas ó dolomíticas, que corresponden al nivel superior del Keuper en la región. Constituyen esas capas la cumbre de la colina que domina á Vallirana, llamada el Serrat del Suro, y descansan sobre capas margosas, propias para cemento, que alternan con calizas. Estas últimas descansan sobre las samitas rojas, arcillosas y yesíferas; por debajo vienen el Muschelkalk y la Arenisca abigarrada.

En la parte S. del valle de Vallirana, el Trias ha experimentado fuertes presiones en todos sentidos, y sus capas están muy dislocadas y plegadas de manera irregular.

Por el contrario, del lado N. del valle se ve una escarpa triásica elevada (510 metros) que presenta la estratificación más regular, y en la cual se distinguen perfectamente los tres tramos del Trias.

Las capas buzan ligeramente hacia el O. Se distinguen (fig. 28): 1.º, la *Arenisca abigarrada* con pudinga en la base que asoma en el fondo del barranco; 2.º, el *Muschelkalk*, formando una cornisa escarpada; 3.º, el *Keuper*, constituido por arcillas samíticas yesíferas, calizas nodulosas con fucoides, carniolas y calizas margosas con fucoides. El Keuper forma la Peña de Can Rafel (510 metros), coronado por un depósito de guijarros urgonianos, probablemente oligocenos.

A consecuencia de la gran semejanza entre esta escarpa y la cornisa de Bedarieux (triásica en la base é infraliásica en la cúspide), pudiera deducirse que las capas de la parte alta son infraliásicas, como lo había creído M. Carez la primera vez que visitó la región.

Estas capas corresponden al mismo horizonte que las de la colina de la Desfeta, en Begas, y que las del collado de las Portas, donde nos encontramos actualmente.

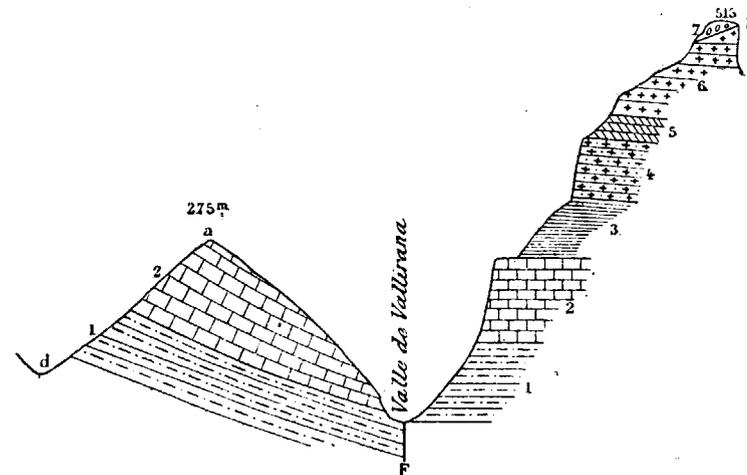


Fig. 28. — Corte transversal del valle de Vallirana: longitud, un quilómetro.

- 1, arenisca abigarrada; 2, Muschelkalk; 3, arcilla roja con yeso; 4, caliza margosa con *Fucoides* (Keuper); 5, carniolas; 6, caliza margosa con *N. gregarea*; 7, depósito de guijarros (Oligoceno?); a, Serra Corredera; b, Peña Rafel; d, barranco Camderros.

Desgraciadamente, ni en Begas ni aquí se encuentran fósiles propios para fijar la edad. Nosotros no hemos encontrado más que radiolas de *Cydaris transversa*?, *Natica gregarea* (muy raras) y *fucoides*. En Fontrubi, en las calizas intercaladas en los yesos, recogimos una fauna compuesta de *Lingulas*, *Miophorias* y otras bivalvas, que tienen grande semejanza con la que ha descrito d' Alberti; *Miophoria Goldfusi* y *M. vulgaris* se encuentran particularmente.

Nosotros no participamos de la opinión de los miembros de la Sociedad respecto del Infraliás, porque las capas más elevadas tie-

nen el mismo aspecto y la misma facies que las que descansan directamente sobre los lechos yesíferos; además, el yeso se encuentra también en los niveles más elevados de la formación. En este mismo valle, á un quilómetro hacia el O., el yeso se observa entre las capas margosas amarillentas más altas y la dolomía oscura que forma la base del Cretáceo, como se acaba de comprobar. Puede comprobarse este hecho en otros puntos de la comarca, donde el Keuper está bien desarrollado, como en Fontrubi y del lado de la Llacuna, en que las capas yesíferas suben hasta la parte alta de la formación con sus carniolas características.

Después de estas observaciones, se continuó el descenso por el flanco N. del Serrat del Suro, hacia el pueblo de Vallirana, y á lo largo del camino se vieron otra vez las calizas con *Natica gregarea*, las samitas, las arcillas rojas yesíferas explotadas antiguamente, y el Muschelkalk, en el fondo del barranco, buzando el conjunto hacia el O. A la derecha el Muschelkalk se levanta: sus bancos buzan hacia el S.; forma la sierra Corredera, sobre la cual está el cementerio. Esta colina es la continuación del Serrat del Suro que acabamos de pasar; pero el Keuper ha sido arrastrado por la denudación. En el fondo del valle donde está la población, se observa un desnivel bien manifiesto de las capas del lado derecho y las del izquierdo (fig. 28): el Muschelkalk está en contacto por falla con la Arenisca abigarrada; hacia arriba, esta misma falla junta el Keuper con el Muschelkalk; sigue la dirección del valle y se prolonga hacia el O. hasta un quilómetro más allá, en donde pone en contacto la caliza urgoniana y la dolomía negra infracretácea.

Desde Vallirana nos dirigimos hacia la estación de Molins de Rey para tomar el tren. Hasta Cervelló (un quilómetro) el camino corta la Arenisca abigarrada; después entra en las pizarras silurianas con graptolitos, en parte ocultas por el lehm cuaternario. Estas pizarras franquean el valle del Llobregat y se unen á las del macizo del Tibidabo, cruzadas por numerosos filones de diabasa. A tres quilómetros de Cervelló nos detuvimos para visitar el yacimiento de graptolitos del barranco de Guadalo, al pie de la torre Vileta. Estas pizarras, al contrario de las de Brugués, son negras, ampelíticas, y su fauna pertenece, según M. Barrois, al nivel más bajo de la edad de Wenlock. M. Barrois ha reconocido en ellas:

*Cyrtograptus Murchisoni*, Carr.; *Monograptus colonus*, Barr.; *Monograptus Riccartonensis*, Lapw.

Sobre esta vertiente, pero á cien metros más arriba, las pizarras son blancas, y en ellas se encuentra el *Monograptus priodon* (1).

Marchando hacia la estación de Molins de Rey, vemos sobre la orilla opuesta del Llobregat la montaña de Santa Creu, formada de pizarras silurianas, por un retazo de caliza compacta con facies de amigdaloides, también siluriana, cubierta á su vez por capas margosas discordantes. Estas calizas margosas presentan la facies de las de Valldaró, Coll y Moncada (devonianas).

En las pizarras blancas se encuentran:

*Monograptus triodon*, Brong.

— sp.

*Bastrites peregrinus*, Barr.

En la caliza inferior se encuentran:

*Orthoceras*.

*Cardiola interrupta*, Sow.

*Lunulicardium confertissimum*, Barr.

*Encrinus*, tallos.

Las capas superiores margosas, discordantes sobre las capas inferiores, contienen:

*Orthoceras* sp., r.

— sp., c.

— sp., cc.

*Panenka* cf. *humilis*, Barr., c.

— sp.

*Kralowna* cf. *catalaunica*, Barr., c.

— sp.

*Nucula* sp.

*Præcardium quadrans*, Barr., etc.

Las pizarras con graptolitos deben pertenecer á la base del Siluriano superior (Llandovery Terannon), las calizas compactas al Si-

(1) Esta determinación se debe á M. Rupper John, á ruego de M. Barrois.

luriano superior (nivel de Camprodón) y las capas superiores margosas á la base del Devoniano (nivel de Vallearca-Moncada). A propósito de la abundancia de lamelibranquios, M. Barrois observa que es un carácter común á todas nuestras faunas silurianas, indicando que las condiciones físicas no han variado apenas en la comarca durante esta época <sup>(1)</sup>. El Carbonífero se encuentra apoyado sobre el macizo siluriano (pizarras con graptolitos).

Inmediatamente después de haber abandonado la Torre Vileta, entramos en los límites del mar plioceno por la ribera opuesta al de Papiol. Sobre la izquierda, á 250 metros del camino, cerca de la granja Mascaró, se ve una manchita de margas plesancienses cubiertas por las arenas amarillas astienses. En ella hemos recogido los fósiles siguientes:

- Nassa semistriata*, Broc.
- *Hörnesi*, May.
- Ringicula Gaudryana*, Morlet.
- Chenopus Uttingerianus*, Risso.
- Turritella subangulata*, Broc.
- Arca diluvii*, Lamk.
- Barbatia lactea*, Lin.
- Yoldia nitida*, Broc.
- Corbula gibba*, Olivi.
- Ostrea lamellosa*, Broc.
- *cucullata*, Born.
- *Perpiniana*, Font.
- *Companyoi*, Font.
- Anomia ephippium*, Lin.
- — var. *striata*.
- Pecten scabrellus*, Lamk.
- *Bollenensis*, Mayer.
- *Labnæ*, May.
- *sub-Labnæ*, Alm. y Bof.
- *Cristatus*, Bronn.
- *pes felis*, Lin.
- Lithodomus lithophagus*, Lin., etc.

(1) Ch. Barrois, *Observations sur le terrain silurien des environs de Barcelone*. (Ann. Soc. geol. du Nord, tomo XIX, pág. 67.)

Estas capas son la prolongación de las superiores del Papiol, y descansan, ya sobre las pizarras paleozóicas, ya sobre el Triás. Se las distingue fácilmente, por su color claro blanquecino ó amarillento, de las areniscas abigarradas rojizas y del Paleozóico de matiz oscuro.

Antes de llegar al puente observamos una trinchera en el Cuaternario, constituida en la base por guijarros débilmente cimentados por travertino, cubierto por un manto de lehm con nódulos que cubre los puntos más bajos de la región.

A las seis tomamos el tren en Molins de Rey para regresar á Barcelona.

Octubre de 1898.

J. ALMERA.

## X

## EXCURSIÓN A CASTELLDEFELS Y COSTAS DE GARRAF

El jueves 6 de Octubre por la mañana salimos de Barcelona para Castelldefels, donde esperaban los carruajes para conducirnos durante la jornada á lo largo del litoral de Garraf. Ayer hemos atravesado el macizo montañoso de Begas de S. á N.; hoy lo costaremos por su borde litoral, ó de NE. á SO.

Antes de emprender la excursión por la orilla del mar, á nuestra llegada á Castelldefels visitamos la colina situada cerca de la estación, en cuya cúspide está el castillo restaurado del Sr. Girona y la iglesia. Esta colina está rodeada por el SO. y SE. de arenas cubiertas por el lehm del delta del Llobregat.

Tiene 65 metros de altitud y está constituida por margas y dolomías blanquecinas y areniscas rojas, formando bancos que buzan hacia el SO. El buzamiento nos indica, de una manera evidente, que las dolomías blancas cubren á las areniscas rojas que se muestran en la cúspide y en toda la vertiente E. de la colina. Las capas más altas, intercaladas entre la dolomía negra infracretácea y las hileras, corresponden á las que ayer atribuíamos al Infralías, y que por falta de tiempo no pudimos estudiar en Vallirana, donde la serie se muestra completa y normal. Allí se presentan superpuestas á las capas del Triásico superior y contienen el segundo depósito de yeso de que ayer hablamos, que se encuentra en contacto con la dolomía negra; pero aquí el yeso superior falta y la estratificación ha sido perturbada.

Además, las capas en esta extremidad S. de la formación se han desviado saltando un kilómetro al O., por lo que las encontramos separadas de las capas inferiores que quedan en Gavá, en donde constituyen la colina de Calamot. Estos movimientos han sido también acompañados de un hundimiento de más de 400 metros, diferencia del nivel entre la explanada de Begas (donde hemos visto estas capas) y Castelldefels. En cuanto á las capas rojas con yeso inferior, evidentemente del Kenper, se encuentran algo más al N., como á unos 800 metros de aquí; éstas han sido en parte arrastra-

das por la denudación, ó están parcialmente ocultas por el manto cuaternario que se extiende entre Castelldefels y Gavá.

Algunos de nuestros compañeros creen que algunas de las capas pueden ser referidas al Lías ó al Rético, ó á las dolomías hetángicas, á consecuencia de su semejanza con las rocas de Provenza correspondientes á estos tramos.

Desgraciadamente faltan los documentos paleontológicos para determinar su edad de una manera cierta. Solamente en Begas, cerca de Coll Fe, como decía ayer, he encontrado en la faja lenticular de arenisca roja samítica un fragmento de molde de tallo acanalado (*Equisetum?*), y *Natica gregarea* en las margas que cubren las areniscas rojas, y que á su vez están cubiertas por la dolomía negra.

A estos hechos, que me impiden participar de la opinión de mis compañeros, y que me inclinan á atribuirlos al nivel más alto del Trias, añadiré que en la sierra de la Llacuna, donde estas mismas capas están muy desarrolladas, como se verá en la tercera hoja geológica que debe aparecer próximamente, he encontrado losas cuajadas de *Natica gregarea*, *Turbonilla* sp., *Avicula Bronni*, Müns., var. Además, en Pontons, aparte del yeso, la galena, la blenda y la calamina que antes se explotaron, he encontrado en este nivel, cuyas capas están cubiertas por carniolas y éstas por una lumaquela, *Cassianella* sp., parecida á *C. decussata* y *C. planidorsata*, que son muy frecuentes, sobre todo la primera, en San Casián de la Torre <sup>(1)</sup>.

Primeramente atribuí esta formación al Lías; pero la persistencia del yeso en el nivel superior en toda la comarca, y, sobre todo, los fósiles que he descubierto, me han inclinado á modificar la opinión respecto á este particular.

Después de haber dado la vuelta al antiguo castillo, cuyo subsuelo travertinoso contenía un fragmento grueso de pubis de *Elephas?*, volvimos al camino, donde los carruajes nos esperaban para transportarnos al pie de la primera colina de las costas de Garraf, llamada Torre Barona (60 metros), á un kilómetro de Castelldefels, último contrafuerte del macizo cretáceo de la Morella (596 metros).

Antes de tomar los carruajes, visitamos las dunas que bordean el litoral arenoso del mar y las arenas que, arrojadas por el viento contra la escarpa, permanecen allí ocultando su parte inferior y media.

(1) MM. Bergeron y Munier-Chalmas han tenido la amabilidad de confrontarlos con los ejemplares de la Sorbona.

Hace solamente ciento cincuenta años que las olas batían esta escarpa que hoy está á más de 550 metros del mar.

Además de que la historia y la tradición nos confirman este hecho, tenemos la prueba por la presencia de moluscos litorales marinos, cimentados por el travertino actual contra las paredes de la pequeña gruta del promontorio llamado Morro del Gos, casi ya desaparecido por efecto de la explotación de caliza para la fabricación de la cal. En efecto: con el Sr. Bofill hemos recolectado á un metro y medio de altura sobre el suelo especies vivientes hoy en la costa; tales son:

*Mytilus galloprovincialis*, Lamk.

*Arca Noë*, Lin.

*Pectunculus violascens*, Lamk.

*Cardium edule*, Lin.

*Venus gallina*, Lin.

*Mastra stultorum*, Lin.

*Patella cœrula*, Lin.

*Conus mediterraneus*, Brug.

Esto nos demuestra claramente los progresos de avance del delta del Llobregat, que se sabe es próximamente dos metros por año,<sup>4</sup> y la elevación de la costa en este sitio.

Examinamos después la escarpa constituida por dolomias negras que buzan al principio al O. y descansan inmediatamente sobre las capas arenosas rojizas precedentes, de las que vemos un retazo próximo á la granja Aymerich. En la escarpa litoral de Garraf encontramos toda la serie de capas de que está constituido el macizo; al mismo tiempo nos daremos cuenta de los accidentes dinámicos locales (fig. 29).

1.º (a). Dolomía oscura y aun negruzca. Es la misma que hemos encontrado ayer entre Begas y Vallirana. Buza fuertemente (20 á 30 grados) hacia el SO., presenta aspecto brechiforme y desprende olor fétido por la percusión. Su espesor es variable: aquí no alcanza más que 120 metros próximamente, mientras que al O. de Vallirana pasa de 550 metros. Forma una especie de cintura de longitud y espesor variables alrededor y en la base del macizo cretáceo. Del promontorio de Torre Barona continúa hacia el interior del macizo, constituyendo primero el contrafuerte de la Pleta del Cier-

vo (325 metros), que forma el penúltimo contrafuerte de Morella, el Puig (pico) de las Agullas, Soliu, Puig Sayada de Begas, etc. Estas rocas son por su aspecto muy semejantes á las del Jurásico medio (Bajociense y Batoniense) ó capas del Larzac; pronto veremos, sin embargo, que quizá sean de época más reciente. En su parte superior se ven intercaladas calizas lacustres grises, negruzcas, con fósiles de agua dulce engastados en la roca. La dolomía desaparece en la parte más alta, quedando solas estas calizas, que entran también en la constitución del macizo.

2.º A partir de la pequeña collada por debajo de la Torre, se entra de lleno en las calizas lacustres (b), continuación de las dolomias. Descansan sobre ellas en discordancia de estratificación, buzan siempre en el mismo sentido, pero menos fuertemente. Son blau-

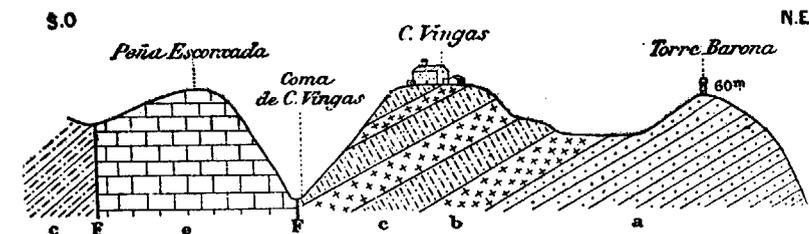


Fig. 29.—Corte de Torre Barona á Peña Escorxada: escala, 1/100000.

a, dolomía negra (Purbeck?); b, caliza lacustre con *Palustrina* (Vealdense); c, caliza compacta con *Materonia* alternando con la caliza lacustre (Barremiense); e, caliza margosa con *Pholadomya semicostata* (base del Aptiense).

das, friables, ligeras, bituminosas, constituyendo una masa de 40 metros de espesor próximamente, formada por lechos gris-oscuros, alternando con otros de color más claro. Algunos bancos contienen pequeñas especies lacustres y salobres; pero, por desgracia, son específicamente indeterminables. Hemos recogido con el Sr. Bofill los géneros *Palustrina*, *Bithynia* y *Physa*, que parecen semejantes á los tipos del Vealdense. La presencia del género *Physa* no permite atribuir las á edad anterior al Purbeckense, porque, según se sabe, fué cuando apareció el mencionado género (1). Encontrándose intercala-

(1) F. Bernard, *Elements de Paleontologie*, pág. 542.

das estas calizas en las dolomías, deben corresponder á la misma edad y no pueden ser referidas al Jurásico medio.

3.º Unos cien metros más lejos, á las calizas lacustres suceden calizas compactas y más pesadas con *Matheronia* sp. (1), incrustadas en la roca (fig. 29, c). Las capas están menos inclinadas, pero buzan siempre en la misma dirección. Más allá veremos que las calizas con *Matheronia* (c) son completamente independientes de las formaciones salobres. Están en contacto por falla con la dolomía negra, como se puede observar á poca distancia al NO. de la granja Vinyas (antes San Salvador), y deben ser referidas al Barremiense de arrecife. Durante la jornada observaremos que alcanzan gran espesor.

4.º Bajando la colina, y después de haber franqueado el barranco Coma-Vinyas, encontramos la primera mancha (fig. 29) de caliza marina intercalada por falla entre las calizas con *Matheronia*, que tocan á la dolomía negra. Esta mancha, que tiene 40 metros de alto por 70 de largo, constituye la colina llamada Penya Escorxada. La caliza que la constituye es margosa, amarillenta y se muestra en la escarpa en bancos irregulares, descansando sobre calizas más duras, más oscuras, con foraminíferos y *Cerithium*. Es bastante fosilífera. La fauna es litoral; abundan, sobre todo, los lamelibranquios; he aquí los géneros conocidos:

- Aporrhais* sp.
- Ostrea* pequeña, gr. *sandalina*, Gold.
- Avicula* cf. *supracorallina*, Ct.
- Inoceramus* sp.
- Mytilus* sp.
- Arca* sp.
- Leda* sp.
- Cardium* sp.
- Lucina* sp.
- Protocardia* sp.
- Astarte* sp., gr. *Bulla*.
- Pleuromya* sp.
- Pholadomya semicostata*, Agass.
- *Trigeriana*, Cott.

(1) La determinación de este tipo es debida á la amabilidad de M. Paquier.

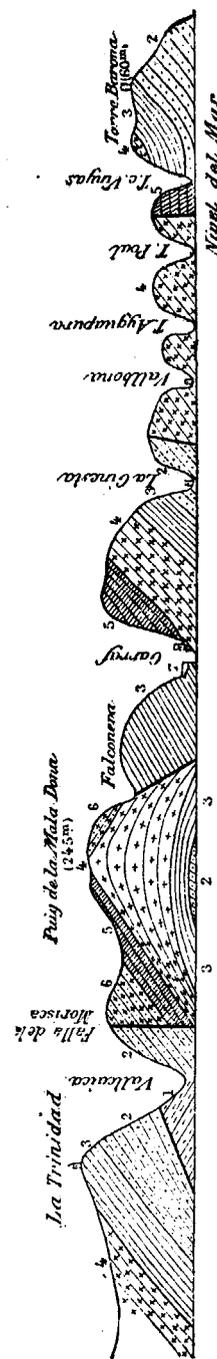


Fig. 30.—Corte general de la escarpa de Garraf: escala, 1/6000; alturas libres.

1, caliza (Lias?); 2, dolomía negra; 3, caliza con *Bithynia*; 4, caliza con *Matheronia*; 5, margas y calizas con *Astarte*, gr. *Bulla*, etc.; 6, margas y calizas con *Orbitolina lenticulata*, etc.; 7, limo cuaternario.

*Anatina* sp.  
— sp.

*Operculina cruciensis*, Pict. y Camp.  
*Orbitolina* sp. (muy escasa).

Estas capas de fauna litoral pertenecen á la base del Aptiense; se muestran en otros diversos parajes de este macizo siempre más altas y más desarrolladas, y cubriendo en todas partes las calizas con *Matheronia*. Así se encuentran por encima de la granja Garraf, en la cúspide del Puig de la Mala Dona, y, en fin, en el interior sobre la vertiente del Panadés, por cima de la casa de la Valenciana (Gélida), así como hacia la base del Puig de la Mola (Olesa de Bonesvalls).

En todos estos puntos pasan á las capas claramente aptienses con *Orbitolina conoidea* ó *discoidea*, *Heteraster oblongus*, *Janira Morrisi*, etc.

Después de esta intercalación, las capas con *Matheronia* (fig. 50) siguen el borde litoral del macizo; tocan siempre por falla á la dolomía negra, hasta más allá de la granja de Vallbona, en una longitud de tres kilómetros.

Pasada esta casa, reconocimos en la caliza con *Matheronia* del camino *Ostreas* (*Placunopsis?*), *Terebratula Sueuri*, Pictet, y foraminíferos (*Nonionina*) cf. *Villersensis* de Loriol, y luego descendimos á la vía férrea que pasa junto al mar.

Para ver mejor en la trinchera el contacto por falla de la caliza

con *Matheronia* con la dolomía, en la peña llamada Peu de la Cesta, situada entre las casas Vallbona y la Ginesta, hemos encontrado otra vez la falla vertical curvada. La dolomía llega hasta el mar y no ocupa más que la pequeña ensenada de la Ginesta; está cubierta por calizas lacustres ó salobres en lechos que buzan 15° O.SO., y á su vez sirven de apoyo á la masa de caliza con *Matheronia*, llamada Pic de Martell. Sobre estas capas descansan en discordancia de estratificación lechos margosos con fauna litoral, de que hablaremos en seguida. Abandonamos la vía para volver al camino que pasa á cinco metros por encima, y antes de dejar el borde O. de la ensenada, encontramos cerca de la dolomía la misma serie, es decir, la caliza lacustre con *Paludestrinas*, acompañada de una hilada de calizas compactas con *Cerithes* y *foraminíferos*. Las capas buzan fuertemente al SO. Más allá encontramos de nuevo las calizas compactas con *Matheronia* que buzan en el mismo sentido; pero están cruzadas por pequeñas y numerosas fallas, y por consecuencia el buzamiento de los estratos varía á cada paso. Sobre el borde E. de la ensenada de Garraf la inclinación es muy fuerte, resultando las capas casi verticales.

Algunos metros por encima del camino se ven las calizas con *Matheronia* cubiertas por otras con intercalaciones de margas amarillentas fosilíferas. Estas capas buzan en el mismo sentido, pero no son por completo concordantes con las de *Matheronia*; aparecen en diversos sentidos y niveles distintos en esta vertiente, donde no hemos tenido tiempo de subir. Yo he encontrado las especies siguientes:

*Anomia* sp.  
*Cardium* sp. (tres especies).  
*Nucula* sp.  
*Perna* sp.  
*Avicula* sp., cf. *supra corallina*.  
*Arca* sp.  
*Leda* sp.  
*Lucina* sp.  
*Astarte*, gr. *Bulla*.  
*Pholadomya semicostata*, Agass.  
*Pteromya* sp.  
*Anatina* sp.

*Corbula* cf. *Forbesiana* de Lor.

— cf. *inflexa*, Römer.

*Cyrena* cf. *Villersensis* de Lor., etc.

Hacia la cúspide las calizas están en lechos delgados más margosos y fosilíferos, con olor bituminoso por el choque y completamente semejantes á las de la Peña Escorxada, inmediata á la granja Vinyas. Forman una meseta de poca extensión llamada Pla de Llacsí. La fauna es litoral todavía y muy semejante á la precedente; pero contiene algunos tipos especiales, y algunas de las especies son más frecuentes.

Entre otras especies, se hallan:

*Nerinea Utrillasi*, Vern. y Coll.?

— *Dupiniana*, d'Orb.

— *Carteroni*, d'Orb.

*Cerithium tenebroides*, d'Orb.?

*Bulla avellana*, Pict. y Camp.

*Janira atava*, d'Orb., c.

*Ostrea Boussingaulti*, d'Orb., var.

*Cardium Euryalus*, Coq.

*Tellina* aff. *Carteroni*, d'Orb.

*Psammobia Studeri*, Pict. y Camp.?

*Pholadomya Trigeriana*, Cott., c.

— *Cornueliana*, d'Orb.

*Thracia Carteroni*, d'Orb.

*Corbula Edwardsi*, Scharpe.

*Operculina crucienseis*, Pict. y Camp., c., etc.

Más allá, hacia el NO., en el Pla de Llacsí, se ve el paso de esta hilada á la de *Orbitolina* (*O. conoidea* y *O. discoidea*), *Hateraster oblongus*, etc., constituido ya por calizas margosas amarillentas grises, ya por calizas compactas con *Orbitolinas*, cuya hilada corta la carretera en la Morisca.

El nivel de las capas con *Orbitolinas* comprende la serie más potente y fosilífera, y es la más conocida por los geólogos que han visitado la región y han estudiado el Cretáceo inferior. En este macizo se distinguen diversos niveles que veremos más adelante.

La ensenada de Garraf, así como las de Vallbona y la Ginesta,

contienen un depósito de limo cuaternario noduloso que oculta las rocas cretáceas. A la formación de esta ensenada ha contribuido un pliegue-falla que cruza estas rocas, y posteriormente la denudación.

En efecto: mientras que en la vertiente de Garraf las capas buzan, como hemos observado, hacia el litoral, por el contrario, sobre el borde del mar, en la punta de los Carabineros, buzan hacia el interior. Al mismo tiempo hay desnivel de las capas que forman las dos orillas del barranco.

Desde el caserío de Garraf nos volvimos en carruaje á Vilanova, continuando á la ligera el estudio de la escarpa infracretácea.

En Garraf el camino corta las capas más bajas del Urgo-aptiense con fauna litoral (*Cerithium*, *Ostrea*, *Anomia*, *Cyrena*, *Cardium*, *Anatina*, *Corbula*, etc.), cuyo conjunto tiene muchas relaciones con la fauna infracretácea de Villers le Lac, en el Jura. Estas capas descansan sobre las barremienses con *Matheronia*, que se manifiestan hacia el fondo del barranco de Garraf que costea el camino. La dolomía no aparece en este punto; cerca, en la escarpada roca de la Falconera, se ven en alternancia capas marinas con *Rudistos* y depósitos salobres con *Bithinia*.

Algo más lejos, el camino corta los bancos urgo-aptienses de caliza dura con *Toucasia*, semejante á *T. carinata* <sup>(1)</sup>. Entre las calizas se intercalan fajas margosas con *Orbitolina* (*O. discoidea*, *O. conoidea*), *Pholadomya spheroidalis*, *Echinospatagus Collegnoi*, etc. Se puede observar esta intercalación cerca del camino en el barranco de la Ensulsiada. Después de haber franqueado este barranco, el camino describe una curva y sube hasta el collado del Pas de la Mala Dona. Desde este collado (85 metros) el camino, construido sobre la escarpa, desciende siempre, en la longitud de un quilómetro, hasta el barranco de la Morisca (25 metros).

En el corto trayecto que precede al collado hemos seguido una falla que pone en contacto anormal las capas con *Paludestrinas* que forman la roca Falconera del lado del mar, con las capas de *Orbitolinas*. Al mismo tiempo hemos atravesado un pequeño pliegue sinclinal en que los bancos de caliza, buzando hacia el SE., forman la rama E. del anticlinal del Pas de la Mala Dona, al cual es debida la

(1) Según M. Paquier, que ha tenido la bondad de hacer el estudio, la sección de la lámina *myophora* la asemeja á la *T. carinata*.

escarpa sobre la cual están construidos, en su nivel inferior, la línea férrea y el camino en su nivel medio.

En esta escarpa, que tiene 245 metros, se ve la serie de todas las capas que acabamos de enumerar y que entran en la constitución del macizo cretáceo de Garraf. En la parte inferior asoma la dolomía negra bañada por el mar, que la comunica un matiz negro más acentuado. Por encima descansan calizas salobres, blandas, con *Bithinia* sp., *Cerithium* sp., pasando del nivel de la vía; las capas con *Bithinia* están cubiertas por calizas de *Matheronia* con lentejones margosos, negros, conteniendo las especies marinas litorales siguientes: *Janira valanginiensis*, Pict. y Camp.; *Pinna* cf. *Ricordeana*, d'Orb.; *Ostrea* cf. *macroptera*, Sow.

En el nivel medio del camino las calizas marmóreas que suben casi hasta la cumbre de la escarpa contienen lentejones margosos, amarillentos, con

*Turbo* cf. *intermedius*, Land.

*Natica Coquandiana*, d'Orb.

*Cassiope* sp., cf. *Lujani*, Verneuil.

*Ostrea* cf. *macroptera*, Sow.

La cumbre está constituida por capas de caliza margosa fosilífera, que contienen la fauna de la Penya Escorxada, y sobre todo del Pla de Llaci, que se encuentra hacia el N. de la granja de Garraf, á 400 metros por encima del nivel del mar. Se encuentran con abundancia:

*Nerinea Dupiniana*, d'Orb.

*Janira atava*, d'Orb.

*Pholadomya Trigeriana*, Cott.

*Operculina crucienseis*, Pict. y Camp.

Este nivel existe también cerca de la casa Jacas (Begas), en la vertiente meridional de la Mola, en el interior del macizo.

Por encima de las capas de fauna litoral vienen las capas aptienses (s. st.) calizas y margosas; las margas están más desarrolladas. Son de color amarillento, á veces blanquecino y muy fosilíferas; han desaparecido, por denudación, de la cumbre; pero subsisten sobre la vertiente NO., por debajo de la casa Ametller (aldea de Campdassens), y en la vertiente SO. del caserío Morisca, donde están corta-

das por el camino. Contienen el primer nivel con *Orbitolinas* (*O. discoidea*, *O. conoidea*), y además *Heteraster oblongus*, algo deformados; *Terebratula sella* y *Rhynchonella lata*, y también las especies siguientes:

*Ostrea Boussingaulti*, d'Orb.  
*Janira Morrissi*, Pictet y Renev.  
*Plicatula placunea*, Lamk.  
*Lima Cottaldina*, d'Orb.  
*Requienia Lonsdalei*, auct. (*carinata*?)  
*Pinna Robinaldina*, d'Orb.  
*Circe* sp.  
*Pholadomya spheroidalis*, Coq.  
*Pteroceras pelagi*, Brongn.  
*Trochus logarithmicus*, Land.  
*Tylostoma Rochatiana*, d'Orb.  
*Cassioppe Pizcuetana*, Vilanova, etc.

Este primer nivel de *Orbitolinas* está cubierto por encima del camino y en la vertiente NO. por margas blanquecinas y amarillentas con intercalaciones de bancos de caliza, y contienen el segundo nivel de *Orbitolinas*, encontrándose además de éstas las siguientes especies:

*Dendrogyra Carmonæ*, Mall.  
*Echinospatagus Collegnoi*, d'Orb., c.  
*Heteraster oblongus*, d'Orb., r.  
*Diploporia Almeræ*, Lambert (in litt. semej. á la *D. dubia*).  
*Codiopsis Lorini*, A. Gras.  
*Phyllobrissus Kiliani*, Lamb., in litt.  
*Discoides decoratus*, Desor.  
*Rhynchonella lata*, d'Orb.  
*Terebratula sella*, Sow.  
*Exogyra Couloni*, Defr., var. *aquila*.  
*Janira Morrissi*, Pict. y Renev.  
*Lima Cottaldina*, d'Orb., c.  
*Pinna Robinaldina*, d'Orb.  
*Arca* sp.  
*Isocardia neocomiensis*, d'Orb.

*Tapes paralella*, Coquand.

*Natica* sp.

*Tylostoma Rochatiana*, d'Orb., etc.

En el interior del macizo, se encuentra el tránsito de la facies litoral; á la fangosa constituido por margas de color azul oscuro inferiores á las capas de *Orbitolinas* y de *Echinospatagus*. Estas margas contienen ammonites característicos del Aptiense inferior:

*Acanthoceras* cf. *Milletianum*, d'Orb.  
*A. nodosocostatum*, d'Orb., *Sonneratia*?  
*Anisoceras* (*Ancyloceras*?) *carcitanense*, Math.  
*Hamites*, sp., próxima de *Royeri*, d'Orb., etc.

Todo este conjunto de capas que constituyen el macizo infracretáceo corresponden á la facies pirenaica del Urgo-aptiense, puesto que está caracterizada por el predominio excepcional de las calizas de arrecife con *Rudistos* y capas con *Orbitolina* mientras que la parte limosa es delgada y de menos importancia que la de arrecife.

En la Morisca, cerca del túnel de la vía, hemos observado una falla vertical bien manifiesta, en la cual las capas calcáreo-margosas urgo-aptienses, que buzan hacia el SO., están en contacto por falla con la dolomía negra que constituye la Punta de la Morisca. La falla se dirige de E. á O.: del lado E. entra en el mar, y por el opuesto pasa por la colina de la Trinitat. En la parte inferior de esta última colina, del lado del mar, aparece una falla que pone en contacto la dolomía negra con calizas en lechos que todos hemos referido, como yo lo había hecho, al Lias inferior (1). Desgraciadamente los fósiles no existen. Estas calizas presentan un aspecto diferente por completo del de las demás calizas que hemos visto durante el día.

Más allá, bajo las calizas en lechos, vienen otras en capas delgadas acompañadas de una dolomía granuda acribillada de agujeros tapizados de calcita. Estas han sido atribuidas al Infralias, aunque la carencia de fósiles no permite asegurarlo. Constituyen la Punta Ferrrosa de la escarpa. Más allá se encuentra la pequeña ensenada de Cala-Forn, donde las calizas están ocultas por el cuaternario brechífero.

(1) *Crónica científica*, tomo XIX, pág. 477: 1894.

A un nivel más alto, por encima de las calizas liásicas, vuelve á encontrarse la dolomía negra con intercalaciones de caliza con *Paludestrina*, *Cerithes*, etc., cubierta á su vez por la caliza de *Rudistos* (*Matheronia* sp.)

Esta última forma el resto de la costa hasta Sitjes, pueblo edificado sobre una roca escarpada que baña el mar y rodeada en el resto de limo cuaternario.

El Cuaternario ocupa toda la llanura ó ensenada de Sitjes en más de dos kilómetros; está limitado al S. por la playa arenosa, y al E., al N. y al O. por el Barremiense de arrecife.

Más allá de la llanura nos encontramos otra vez en la caliza barremiense, sobre la cual está trazado el camino; dejamos éste antes de llegar al collado de la Mata (granja), donde comienza la cuenca terciaria de Vilanova.

En el collado se muestran ya las capas más bajas del Mioceno de esta región (Tortoniense); el depósito litoral de guijarros que forma como un cinturón alrededor de la cuenca de Vilanova, descansando en todo su perímetro sobre la caliza infracretácea que limita la cuenca. Por lo demás, el Cretáceo sirve de *substratum* á los depósitos terciarios que ocupan toda la cuenca de Vilanova, depósitos que pertenecen al Mioceno medio marino y al Mioceno superior salobre.

Después de un recorrido de cuatro kilómetros á través de la llanura, llegamos á Vilanova á las siete de la tarde.

Octubre de 1898.

J. ALMERA.

## XI

### ALREDEDORES DE VILANOVA Y DE VILAFRANCA

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA DE VILANOVA

Esta cuenca, de poca extensión, tiene la forma de un circo abierto solamente del lado del mar. Geográficamente está limitada al N. por el macizo infracretáceo del Montgrós (575 metros) y sus contrafuertes miocenos; al E. con la colina infracretácea de Miralpeix (107 metros) y la de San Cristóbal (50 metros), bañada por el mar; al S. por el mar, y al O. por el pequeño promontorio de San Gervasio (25 metros), las colinas de las granjas Vallés (77 metros) y Roque (105 metros). Geológicamente es más extensa, sobre todo por el lado NE., puesto que no está limitada más que por el círculo de colinas cretáceas, en el cual la villa y el llano de Ribas están comprendidos. Abarca, pues, una extensión de 16 kilómetros cuadrados. Está atravesada por tres arroyos: el de la Piara, que tiene su origen al NE. en la casa Serra; el de la Pastera, que desciende de la casa Artis al NO., y el de San Juan, que fluye del caserío las Mezquitas situado más al NO. Los tres desembocan en el Mediterráneo, por la abertura que hay entre los promontorios infracretáceos de San Cristóbal y San Gervasio.

Se trata, pues, de un golfo de los últimos tiempos del período mioceno que penetraba entre la cordillera del Montgrós y el contrafuerte litoral de Miralpeix-Benaprés hasta Ribas, aunque esta última cuenca esté hoy día á un nivel superior al de Vilanova. Esto es lo que prueban la naturaleza litológica de los depósitos que actualmente separan estas dos pequeñas cuencas, y las especies marinas contenidas en sus capas: pertenecen todas á la época tortoniense-pon-tiense, como hemos visto antes. La excursión de esta mañana tiene por objeto, sobre todo, estudiar los depósitos terciarios de la cuenca.

Encontramos la misma serie de capas que ayer, al principio de las costas de Garraf: la dolomía negra en la base y las calizas mármóreas con *Matheronia* é intercalaciones de caliza con *Bithinia*. En

la trinchera de la vía hemos buscado sin éxito el contacto normal de la dolomía con el Barremiense; las fallas que allí existen se oponen siempre á que esta superposición se haga visible.

Después subimos á la colina sobre la cual está edificada la casa Solierup, atravesando de nuevo la caliza urgoniana y una faja de Cuaternario limonoso, travertinoso, que oculta al Urganiano y parte del Tortoniense marino, y hemos llegado á la granja edificada sobre el Tortoniense con *Ostrea gingensis*, *Pecten galloprovincialis*, etc.

Bajo la misma granja Solierup, un corte muestra la sucesión de hiladas del Tortoniense marino, continuación de las del centro de la cuenca, levantadas en los bordes.

He aquí la serie (fig. 51) que se observa de arriba abajo:

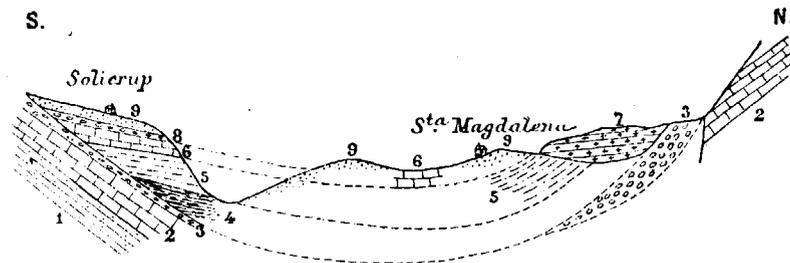


Fig. 34. — Corte de la cuenca terciaria de Vilanova: escala de  $\frac{1}{100000}$ .

1, dolomía negra; 2, caliza barremiense; 3, depósito inferior de cantos rodados (Tortoniense); 4, capa arcillosa azulada (Tortoniense); 5, capa arcillo-gredosa con *Pecten galloprovincialis*; 6, banco de caliza grosera con *P. cathedralis*; 7, margas con *Potamidos* (Pontiense); 8, depósito de cantos, superior; 9, limo cuaternario.

1.º Depósito delgado de guijarros (Cuaternario) (núm. 8 del corte), 0<sup>m</sup>50.

2.º Banco de caliza basta (núm. 6), cuajado de moldes y jacillas de especies litorales, entre las cuales se halla en abundancia la *Turritella cathedralis*, Brong. (espesor, 5<sup>m</sup>50), con:

*Nassa flexicostata*, Bellardi.

*Conus Berghausi*, Michelotti.

— *Tarbellianus*, Grat.

— *canaliculatus*, auct.

*Pleurotoma asperulata*, Lamk.

*Pleurotoma Jouanneti*, Desm.

*Cerithium pictum*, Bast.

*Turritella (Proto) rotifera*, Desh.

*Ostrea gingensis*, Schlot. Esta forma bancos con *O. crassissima* en otros sitios.

*O. Digitalina*, Dub.

*Anomya ephippium*, Lin.

— *costata*, Broc.

*Pecten latissimus*, Broc.

*Leda pella*, Lin.

*Cardium aculeatum*, Lin.

*Lucina ornata*, Agass., var.

— *exigua*, Michelotti.

*Venus Dujardini*, Hornes.

— *multilamella*, Lamk.

— *plicata*, Gmelin.

*Lutraria sanna*, Bast.

*Panopæa Menardi*, Desh., etc.

3.º Arcillas amarillentas arenosas (núm. 5), 8 metros, con:

*Mesalia Cabrierensis*, Tourn.

*Turritella bicarinata*, Eichv., c.

*Scalaria tenuicostata*, Michaud.

*Nucula nucleus*, Lin.

*Tellina planata*, Lin.

*Corbula gibba*, Olivi, cc., etc.

En la parte inferior se hacen más arenosas y son frecuentes los *Pecten*:

*Pecten galloprovincialis*, Math.

— *vindascinus*, Font.

— cf. *Hausmanni*, Goldf., etc.

4.º Arcillas amarillentas y azuladas (núm. 4), formando en el centro el nivel más bajo con *Pleurotomas* (*P. semimarginata*), *Trochus* (*T. cf. Bosciensis*, Brong.), etc.

5.º Depósito inferior de cantos calizos de la base del Tortoniense (núm. 5), que descansa directamente sobre la formación infracretá-

*Turritella gradata*, Menk.  
*Pecten galloprovincialis*, Math.  
 — sp.  
*Lithodomus lithophagus*, L.  
*Chama gryphoides*, Lamk.  
*Lucina exigua*, Michelotti.  
*Venus Aglauræ*, Brong.  
*Tellina compressa*, Broc.  
*Lithothamnium* sp.  
 Políperos y briozoarios.

Estas capas son, pues, sencillamente un depósito de estuario correspondiente al segundo tramo mediterráneo; fueron depositadas por el mar, que rebasó la orilla del Panadés pasando por la aldea de Arbosa. Este es el único punto en que se ve este depósito ligado a la formación sincrónica del Panadés. Constituye una manchita de 15 á 20 metros de espesor, 4 kilómetros de largo y un kilómetro de ancho.

Más allá dejamos el segundo tramo mediterráneo y encontramos de nuevo el Infracretáceo hasta la cuesta de la aldea de Plana Rodona (San Miguel de Olérdola), donde le vemos cubierto en discordancia, no por el segundo tramo mediterráneo, sino por el primero (Burdigaliense superior). Llegamos en seguida á la entrada del llano de la cuenca miocena del Panadés: su presencia en el borde meridional de la cuenca nos demuestra de una manera evidente que el hundimiento de esta cuenca data de época anterior al Mioceno. Las escarpadas orillas del arroyo de Canyellas, que bordeamos á partir del pueblo de este nombre, nos muestran la base del Aptiense, y más arriba el Burdigaliense. En la trinchera del camino vimos que este último comienza por pudingas de elementos calizos más ó menos rodados que alcanzan á veces dimensiones hasta de 2 á 5 metros, y formados á expensas de la roca subyacente. Están cubiertos por una caliza compacta y dura con *Lithothamnium*, llamada caliza morrillo por M. Vézian. Esta roca demuestra evidentemente la proximidad de la costa burdigaliense.

Por encima viene una caliza semicristalina, semicompacta, con manchitas amarillas y rojas, cavernosa, con fractura plana que determina una superficie más ó menos granuda ó en relación con la estructura cristalina de la roca. Forma una masa de gran espesor,

cuya estratificación está indicada á intervalos por intercalaciones de pudinga de pequeños elementos, en lechos muy delgados, ó de arenas amarillentas. En ciertos niveles se encuentran pequeños *Dentalium*, *Echinoides* y, sobre todo, *Políperos*, que alcanzan gran desarrollo por debajo de la iglesia de San Miguel de Olérdola, edificada en la parte alta de la formación.

En el nivel más superior es menos compacta, pero dura y más granuda, siendo abundantes los *Pecten* y *Ostrea*, formando en algunos puntos verdaderos bancos. Esta caliza constituye casi toda la vertiente meridional del alto Panadés, y, por consecuencia, está atravesada por el camino de Villanueva á Villafranca.

Nos dirigimos luego hacia Labal, quedando á nuestra izquierda los Monjos (6 kilómetros al SO.), donde se encuentran los yacimientos de cefalópodos barremienses (facies limosa) y el de pecten (*P. præscabriusculus*, var. *catalaunica* = *P. catalaunicus*, A. y B.) del Burdigaliense superior.

Dejamos, pues, el camino antes de llegar á Villafranca, y por el pueblo de Moja fuimos á La Vall. Encontramos primeramente el Helvético de facies margosa, blanquecino, con *Pereiræa Gervaisii*; después las margas amarillentas con moldes de lamelibranquios, sobre las cuales está construido el pueblo de Moja. Más allá, finalmente, cerca de La Vall, en la pequeña trinchera abierta para la construcción de este camino, encontramos otra vez á la izquierda la caliza burdigaliense de la Plana Rodona y de San Miguel, buzando ligeramente (3° á 5°) hacia el centro de la cuenca del Panadés. En el valle de La Vall hemos visto las calizas margosas barremienses con cefalópodos, que se explotan para la fabricación de cemento. Después de recoger algunos fósiles nos dirigimos, á través de las capas margosas y fosfatadas con *Orbitolinas* y *Echinospatagus* (Aptiense), hacia el yacimiento con *Pecten* del Burdigaliense, cuyas capas se apoyan directamente en discordancia de estratificación sobre el Aptiense en el barranco de Monjos.

Allí recogimos *Pecten præscabriusculus* y sus variedades de gran tamaño, *P. subbenedictus*; y más allá, hacia el O.NO., bordeando siempre el barranco de Monjos, encontramos nuevamente capas margosas con moldes de fósiles helvéticos, con *Echizaster Scillæ* muy frecuentes, *Pecten subpleuronectes*, *Venus Dujardini*, etc. Se hizo de noche y no pudimos examinar las capas margosas con *Pereiræa Gervaisii* que se presentan en la orilla del río Foix, que atravesamos para

ir á la villa de Monjos, donde los carruajes esperaban para ir á Vilafranca. Mañana veremos esta hilada más desarrollada en San Pau de Ordal.

El corte del barranco de Monjos y de la cuenca del Panadés se ha hecho clásico desde el punto de vista de las relaciones del Cretáceo y el Terciario, y por el conjunto de la serie miocena. He aquí este corte (fig. 32):

1.º En la base se encuentra una serie de capas margosas (número 1 del corte) de color claro, blandas, regulares, muy pobres en fósiles, buzando hacia el N. de 15° á 25°, constituyendo la colina que limita el valle de La Vall, que es un valle de denudación por su lado S.

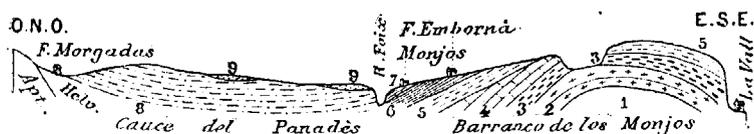


Fig. 32. — Corte del barranco de Monjos y de la cuenca del Panadés: escala de 1/80000.

1, caliza margosa; 2, margas azules con cefalópodos (Barremiense-Aptiense); 3, margas amarillentas con cefalópodos en la base y *Orbitolinas* en la parte superior; 4, capas margosas con *Orbitolina* y *Echinospatagus Collegnoi* (Albiense); 5, caliza basta con *Pecten præscabriusculus*, var. *Catalanica*, y caliza margosa (Burdigaliense); 6, margas (Helvético); 7, margas azules con *Pereiræa Gervaisii* (Helvético); 8, margas y arenas (Tortonense y Pontiense); 9, lehm cuaternario nodular.

Al S. están en contacto por falla con calizas compactas, duras, de facies de arrecife. Se observa un contraste entre las dos hiladas, según el punto de vista de su aspecto general ó según la composición de la roca, contraste acusado también por la diferencia de vegetación en las escarpas del barranco que desciende del lado de Corral Rosell. Se trata, pues, de una falla gracias á la cual se distingue bien el Barremiense de facies de arrecife del de facies limosa que forma todo el fondo del valle.

2.º Por encima vienen arcillas azules (núm. 2) que se explotan para la fabricación de cemento, correspondientes al nivel más superior del Barremiense limoso. Contienen ammonites en abundancia.

M. Kilian ha determinado los siguientes:

*Nautilus neocomiensis*, d'Orb.

*Anisoceras carcitense*, Math. (= *Hamites Orbignyanus*, Forb.)

*Phylloceras Moretianum*, d'Orb.

— cf. *Goreti*, Kilian.

— cf. *thetys*, d'Orb.

*Acanthoceras* cf. *Stobiescki*, d'Orb.

— cf. *Clementi*, d'Orb.

— *Milletianum*, d'Orb.

— cf. *Milletianum*, d'Orb.

— *Bergeroni*, Seunes?

— *crassicostratum*, d'Orb.

— *nodosocostatum*, d'Orb.

*Desmoceras Parandieri*, d'Orb.

*Ancylloceras* (*Crioceras*) *Honorati*, d'Orb.

— *Matheroni*, d'Orb.

— *hammatoptychum*, Uh.

*Crioceras* sp.

*Leptoceras Escheri*, Ooster.

— sp.

Fragmentos de *Heteroceras* de grandes dimensiones.

*Hamulina*, prox. á la *Royeri*, d'Orb.

3.º Por encima, en la escarpa N. del valle, se ven descansar en estratificación concordante capas margosas (núm. 5) blanquecinas, grises, que pasan á las precedentes. Forman también lechos de 20 á 30 centímetros de espesor y contienen en la base escasos ammonites. Su espesor es próximamente de 5 metros.

4.º Después viene una serie de capas margosas (núm. 4) fosfatadas, verdosas ó amarillentas, cuajadas de *Orbitolinas*, con intercalaciones de lechos duros, calizos, de 50 á 35 centímetros de espesor. Esta hilada del lado E. del valle (explotación del cemento) es delgada, mientras que del lado O. es más potente. A medida que subimos, los bancos calizos aumentan de espesor y predominan en la cumbre, donde constituyen la colina del Corral de la Emborná. Estas calizas están llenas de restos de fósiles y forman una verdadera lumaquela. Buzan al N., primeramente con poca inclinación, de 5° á 10°, y más lejos según ángulo de 70°. Las especies más frecuentes son:

*Ancylloceras* sp.

*Natica* sp.

*Tylostoma Rochatiana*.  
*Echinospatagus Collegnoi*, d'Orb.  
*Phyllobrissus* cf. *Gresly*.  
*Orbitolina discoidea*, A. Grc.  
*Crinoides* sp.

5.º Por encima descansa transgresivamente un depósito de pudingas muy poco importante en este sitio, pero que es más grueso hacia el SO., en la ermita de San Llorens. Se presenta aquí la facies de un depósito de ribera de elementos locales apenas cimentados, mientras que hacia el SO. tiene el carácter de un depósito de escarpa.

6.º Esta pudinga está cubierta, según se ve en el extremo del barranco, por una caliza mármorea (núm. 5) semi-cristalina, que forma una peña escarpada de ocho metros de altura. Descansa por el lado del O. sobre la pudinga litoral, ó directamente sobre los bancos aptienses con *Orbitolinas*, los cuales aparecen levantados. En la base, en donde los *Lithothamnium* son frecuentes, contiene del lado E. cantos rodados procedentes del conglomerado, y por el lado opuesto se observa una brecha caliza con *Orbitolinas* procedente de los bancos subyacentes fuertemente levantados. Esta caliza está cuajada de briozoarios, *Schizoporella linearis*, Hass. (?), y contiene además jaci-las y moldes de moluscos litorales, entre otros:

*Triton corrugatus*, Lamk.  
*Pyrula condita*, Brong.  
*Strombus Bonelli*, Brong.  
*Nassa Basteroti*, Mich.  
*Columbella subulata*, Bell.  
*Natica* sp.  
*Turritella turris*, Bast.  
 — *cathedralis*, Brong.  
*Ostrea* sp.  
*Pecten substriatus*, d'Orb.  
 — sp.  
*Cardium turonicum*, May.  
*Leda pella*, Lin.  
*Lucina multilamellata*, Desh.  
 — *Haidingeri*, Hörn.

*Lucina columbella*, Lamk.  
 — *Agassizi*, Mich.  
 — *ornata*, Ag.  
*Venus ovata*, Penn.  
 — *multilamella*, Broc.  
*Maetra triangulata*, Ren.  
*Lutraria sanna*, Bast.  
*Corbula gibba*, Olivi.  
 — *retrosulcata*, Font., etc.

7.º Sobre este banco de caliza semi-cristalina, en que son raros los *Pecten*, descansa una serie de capas de calizas cavernosas granudas, con intercalaciones de capas menos duras, más margosas, más arenosas (núm. 5), donde abundan los *pecten*.

Un poco más lejos, y cerca de la casa Emborná, estas calizas descansan directamente sobre un depósito delgado de conglomerados con elementos aptienses, perforados por *Lithodomus*. Falta el banco duro con briozoarios.

Las especies de este horizonte son las siguientes:

*Pecten præscabriusculus*, Font., var., r.  
 — — Font., var. *catalaunica*, A. y B., cc.  
 — — Font., var. *præocupularis*, A. y B., c.  
 — — Font., var. *Telarensis*, Kilian, r.  
 — — Font., var. *expansa*, A. y B., r.  
 — — Font., var. *orbicularis*, r.  
 — *Malvinæ*, Dub.  
 — — var. *major*, A. y B.  
 — *latissimus*, Broc., r.  
 — *Michaelensis*, A. y B.  
 — *polychondrus*, A. y B.  
 — *elegans*, And.  
 — sp.

Este nivel es el más alto del primer tramo mediterráneo, ó Burdigaliense.

8.º Más allá viene una serie de capas margosas, un poco arenosas al principio, friables, buzando como las precedentes hacia el NO.: este horizonte es el de las calizas con moldes (núm. 6), con algunos

*Pecten*. Su espesor es de 20 á 25 metros. Están cubiertas por un manto de lehm travertinoso cuaternario. Este nivel es el más bajo del Helvético ó segundo tramo mediterráneo, y contiene: *Pecten sub-benedictus*, Font.; *P. subpleuronectes*, d'Orbigni; *P. galloprovincialis*, Math.; *P. Suzensis*, Font., y además otras especies diversas de gasterópodos: *Pyrula condita*, *Fusus* sp., etc., y de lamelibranquios: *Venus Dujardini*, Hörn.; *Cytheræa pedemontana*, Ag.; *Pholadomya alpina*, Ag.; *Corbis* nov. sp., etc.

9.º A continuación de este horizonte se presentan capas con iguales caracteres, pero conteniendo profusión de *Schizaster*: esta zona es la de *Schizaster Morgadesi*, Lamb., *in litt.*, que se extiende hasta Santa Margarita dels Monjos. Se encuentran, además de *Sch. Scillæ*,

- Halitherium fossile*, Cuv.
- Carcharodon megalodon*, Ag.
- Neptunus (Lupea) granulatus*, Mil.-Edw.
- Natica redempta*, Mich.
- Cassis saburon*, Lamk.
- Pyrula rusticula*, Bast.
  - *condita*, Brong.
  - *cornuta*, Ag., var.
- Pecten Gentoni*, Font.
  - *subpleuronectes*, d'Orb.
  - *galloprovincialis*, Math.
  - *bryozodermis*, A. y B.
- Lucina miocenica*, Mich., v. *Catalaunica*, A. y B.
- Venus Dujardini*, Hörn.
- Cardilia Deshayesi*, Hörn.
- Tellina planata*, L.
  - *strigosa*, Gm.
  - *compressa*, Broc.
- Panopæa Menardi*, Desh.
- Pholadomya alpina*, Math.
- Lutraria sanna*, Bast.
  - *oblonga*, Chemu.
- Mya* sp., etc.
- Spatangus* sp.
- Schizaster* sp., etc.

10. Cerca del río Foix se ven, descansando en concordancia de estratificación sobre las capas precedentes, unas margas friables (fig. 52, núm. 7) azuladas que representan el nivel más bajo con *Pereiræa Gervaisi* y *Lucina miocenica*, var. *Catalaunica*, y se observa con claridad en la orilla del arroyo Foix. Pertenece todavía al Helvético, y las especies que con más frecuencia se encuentran son:

- Pereiræa Gervaisi*, Vézian.
- Rostellaria Dordariensis*, A. y B. (del tipo de la *R. dentata*, Grat.)
- Murex spinifer*, Bell., var.
- Voluta varispina*, Lamk.
- Pleurotoma calcarata*, Grat.
  - *asperulata*, Lamk.
  - gr. *Aquensis*, Grat.
  - *semimarginata*, Lamk.
- Turritella turris*, Bast.
  - — Bast., var.
  - *bicarinata*, Eichw.
  - *cathedralis*, Brong.
  - *rotifera*, Desh.
- Conus Dujardini*, auct.
  - *Mercati*, Broc.
  - *pelagicus*, Broc.
  - *Puschi*, Mich.
- Ringicula quadriplicata*, Morlet.
- Natica millepunctata*, Lamk.
  - *helicina*, Broc.
- Cancellaria lyrata*, Broc., var. *angusta*, A. y B.
- Pecten subpleuronectes*, d'Orb., cc.
  - *galloprovincialis*, Math.
- Venus plicata*, Gm.
- Arca diluvii*, Lamk., var.
- Lucina miocenica*, Mich., var. *Catalaunica*, A. y B.
- Clavagella bacillaris*, Desh., etc.
- Trochocyatulus latero-cristatus*, E. H.

Más allá del río viene el Tortoniense pluvio-continental (núm. 8) ó salobre, compuesto de arenas finas, de margas ó de arcillas amarillentas, azuladas, abigarradas, cubiertas en diversos sitios por reta-

zos de aluvión cuaternario: ocupa toda la parte media del barranco. Mañana lo cruzaremos en el itinerario de Castellví á La Marca y hacia San Pau de Ordal.

Sobre el borde opuesto de la cuenca, el Helvético y el Aptiense presentan las mismas relaciones.

Octubre de 1898.

J. ALMERA.

Con motivo de la precedente nota del P. Almera, se hicieron las siguientes observaciones:

M. L. CAREZ opina que no es de la época Aquitaniense la granulita que asoma cerca del Papiol. Aunque la rapidez de la excursión no le haya permitido estudiar la cuestión con todo el cuidado que requiere, ha podido ver el contacto casi vertical de la granulita y del Aquitaniense, y este último terreno no presenta ningún indicio de metamorfismo ni ninguna penetración de apófisis de la roca eruptiva. El contacto parece ser por falla, lo que explicaría la ausencia de guijarros de granulita en las pudingas terciarias.

M. BERGERON, sin decidirse á determinar la edad de esta granulita del Papiol, aduce dos observaciones en favor de su edad terciaria: no se ha visto ningún guijarro de granulita en los conglomerados que la rodean, y tiene una facies muy particular.

Observa además que en Brugués se han visto pizarras, calizas y lilitas, representando, respectivamente, el Siluriano, el Devoniano y el Carbonífero, todos ellos con numerosos pliegues. Como el Triás descansa sobre las pizarras silurianas, puede deducirse que ha habido dislocaciones antes del principio de la época secundaria, y los pliegues señalados forman parte de las arrugas hercinienses. De la misma manera que en la Montagne Noire, el empuje que ha invertido varios de estos pliegues venía de la región hundida, todavía ocupada actualmente por el mar.

M. DOLLFUS observa que después del examen de las extensas escarpas de encima de Vallirana, no le parece que debe discutirse más el corte de la vía férrea de Olesa: allí existen, sin duda, dos grandes horizontes calizos triásicos, y no hay medio de imaginar un accidente estratigráfico que haga considerar á las capas superiores como una reaparición de las de la base. En Brugués ocurre lo mismo que

en Olesa, y en Vallirana la cuestión está resuelta en el sentido en que los Sres. Almera y Bofill nos la han presentado, y por la existencia de una caliza dolomítica culminante con fucoides, distinta del Muschelkalk.

M. L. CAREZ hace después las siguientes observaciones relativas á las localidades que se expresan á continuación:

*Brugués y Vallirana.*—Las capas de los alrededores de Brugués y Begas, no dan solución á la cuestión promovida en Olesa: la región está cruzada manifiestamente por numerosas fallas, y, por consiguiente, no debe servir de argumento la recurrencia aparente de la arenisca roja y de la caliza superpuesta á las arcillas con yeso. En Vallirana, por el contrario, la sucesión es muy manifiesta y puede observarse en gran longitud á lo largo de las escarpas desnudas, donde se observa de abajo arriba:

- 1.º Areniscas rojas (Arenisca abigarrada).
- 2.º Caliza compacta (Muschelkalk).
- 3.º Arcillas yesíferas, generalmente rojas, con algunos bancos de arenisca (Keuper).

4.º Caliza margosa con fucoides, con algunos lechos de carniolas. No titubeo, pues, en referir las capas número 4 al Infralías, y quizás también en parte al Lías, como lo había hecho hace ya veinte años, á causa de la semejanza absoluta de facies con el Infralías (y el Lías) del Mediodía de Francia.

Esta hilada es, por lo demás, muy diferente de la segunda caliza de Olesa, y además es de observar que no se ven aquí dos hiladas de arenisca roja como en Olesa. El examen del interesante corte de Vallirana confirma las observaciones que he hecho anteriormente relativas á las capas triásicas de las proximidades de la estación de Olesa.

*Costas de Garraf.*—La abundancia de fallas hace muy difícil el estudio de esta región; sin embargo, nosotros hemos podido comprobar la existencia de tres conjuntos bien manifiestos:

1.º Sucesión de calizas en pequeños bancos de fractura concoidea y manchas pardas, que refiero al Infralías y al Lías.

2.º Dolomía negra con intercalaciones de calizas con fósiles de agua dulce.

3.º Calizas y margas con requienias, orbitolinas, *Heteraster oblongus*, etc.: Urgoniano.

Esta sucesión es idéntica á la que se observa en todos los parajes de los Pirineos franceses y los Corbières, donde la dolomía pertenece

ce al Jurásico (medio ó superior), mientras que el Sr. Almera piensa que la hilada número 2 de Garraf debe ser referida al Cretáceo.

Todos los contactos, de 2 y de 3 que hemos examinado á lo largo de esta escarpa de Garraf, eran contactos por falla, y, por consiguiente, no pueden deducirse argumentos para resolver en uno ni en otro sentido; por el contrario, hemos podido comprobar en muchos puntos que la dolomía cubre el Lias en concordancia y sin apariencia de que hubiera existido interrupción alguna en la sedimentación. Creo, pues, á causa de la semejanza absoluta con lo que se observa en los Pirineos franceses, que la dolomía de Garraf pertenece al Jurásico; los argumentos paleontológicos que se han hecho valer para referirla al Cretáceo no me parecen de ninguna manera convincentes.

No dudaría, pues, en lo que á mí se refiere, en incluir en el Jurásico una gran parte de este macizo, señalado como Cretáceo inferior por el Sr. Almera en su detallado mapa geológico de los alrededores de Barcelona.

M. DEPÉRET manifiesta que las capas con *Paludestrinas* son semejantes á las batonienses salobres del Larzac.

M. STUART-MENTEATH trata en una nota de *Los límites de la dolomía de Barcelona*.

Frente á la costa de Barcelona se encuentran en Italia, y principalmente en Sorrento, las mismas dificultades y contradicciones aparentes que se reflejan en la historia de los estudios locales de los dos países.

En Sorrento una dolomía semejante á la de Castelldefels, Villanueva, al S. de Barcelona, etc., es casi inseparable de las capas con *Orbitolina lenticulata* y peces del Cretáceo inferior. El contacto está surcado por pequeñas fallas que pueden atribuirse á la dolomitización y á la contracción irregular que resulta.

Es importante ver que la serie de Sorrento, clasificada por Suess como jurásica, se ha reconocido que pertenece al Cretáceo, gracias á la presencia de *Hippurites* y de *Ellipsactinea* en Capri; de *Orbitolinas* y de peces en Castellamare. Es necesario, pues, desconfiar de las apariencias en la costa de Barcelona, y la facies del Lias es frecuente en el Cenomanense de los Pirineos. El interesante corte de la vía férrea al N. de Villanueva muestra un tránsito irregular é insensible de la dolomía á la caliza con *Matheronia*, en cuyas capas con *Orbitolina lenticulata*, *Inoceramus* cf. *concentricus*, *Janira* de los Piri-

neos, *Pholadomya*, *Corbis*, etc., debe verse, á mi entender, una facies especial semejante á la que presentan en los Pirineos. Tendríamos, pues, descansando sobre la dolomía, como en Sorrento, una serie caliza que representa el Cretáceo desde el Aptiense hasta el Cenomanense, y cuya base irregular sería debida á una corrosión química que atacó determinados horizontes y dió origen á los depósitos travertinosos de la superficie en todas las regiones análogas. Sería éste un ejemplo del fenómeno de la Haupt Dolomit, cuyo límite superior ha ocasionado discusiones que pueden al N. de Villanueva encontrar solución satisfactoria.

M. KILIAN hace las observaciones siguientes *sobre los cefalópodos del Cretáceo inferior de los alrededores de Barcelona*. Dicho señor ha tenido la ocasión de estudiar los fósiles del Cretáceo inferior recogidos por el P. Almera. Independientemente de los gasterópodos, bivalvos, braquiópodos, equinidos, foraminíferos (*Operculina crusiensis*, Piet.; *Orbitolina lenticularis*, d'Orb.), de la facies urgoniana, cuyas listas han sido publicadas por el Sr. Almera, opina que merecen especial mención los siguientes fósiles:

a) Una serie de cefalópodos barreмиenses, fragmentos de grandes *Heteroceras*, *Ancyloceras* (*Crioceras*) *Honorati*, d'Orb.; *Leptoceras Escheri*, Ooster, etc., que indican la presencia de facies limosas de esta edad, análoga á la de los bajos Alpes, del Alpe Puez (Tirol de Rumania), etc.

b) Una serie de ammonitidos del Aptiense: *Ancyloceras Matheroni*, d'Orb. (típico); *Ancyloceras* (?) (*Anisoceras*) *carcitanense*, Math., sp.; *Acanthoceras crassicoatum*, d'Orb., sp.; *Ac. nodosocostatum*, d'Orb.; *Ac. Remondi*, Gabb., sp., y, sobre todo, numerosas formas del grupo aún poco estudiado de *Ac. Milleti*, d'Orb., con predominio de la especie figurada con este nombre por Pictet, que no puede ser asimilada al tipo de la Paleontología francesa, y que en Francia (Clusayes, Apt., Perte du Rhône) como en Suiza está localizada sobre las hitadas superiores al Gargasense y muy próximas del Gault.

Esta fauna parece todavía, sin embargo, aptiense, á pesar de la presencia de algunos tipos de afinidades albienses.

Una nota más detallada sobre estos interesantes descubrimientos de nuestro infatigable compañero Almera se publicará dentro de poco tiempo.

## XII

## EL TRIÁS CON CERATITES Y EL EOCENO INFERIOR

DE LA ESTACION DE OLESA (BARCELONA)

Con motivo de la excursión que la Sociedad geológica de Francia ha hecho á los alrededores de la estación de Olesa, del ferrocarril del Norte, para examinar las capas triásicas en las que hace algún tiempo comprobé la presencia de ammonitidos <sup>(1)</sup>, voy á dar cuenta de algunos hechos interesantes relativos á la montaña de Puigventós, situada cerca de la estación y en la orilla derecha del torrente de San Jaume.

Primeramente debe llamarse la atención acerca de la posición casi vertical y aun rebasada á veces de las capas triásicas (fig. 33), y después fijarse en los siguientes hechos:

1.º Observamos que el Triás descansa sobre las pizarras paleozoicas (núm. 1 del corte), hecho muy común en esta región. Hasta ahora no he encontrado fósiles en estas pizarras; pero por su situación y por su facies, semejante á la de las pizarras de la cordillera del litoral, cuya edad ha sido determinada por nuestro compañero el Sr. Almera, pueden ser referidas al Siluriano ó al Devoniano.

2.º En seguida se ve comenzar el Triás con las capas de conglomerados con guijarros silíceos (núm. 2), con débil potencia (de 5 á 15 metros), hecho también general en la región.

3.º La Arenisca abigarrada (núm. 3) no presenta aquí la potencia de esos bancos de arenisca dura, casi siempre roja, empleada en las construcciones y que tan común es en muchos sitios de nuestro terreno triásico. Más bien se observan esos lechos delgados, arenosos, rojos, amarillos, verdes ó azules, muy cargados de mica, frecuentemente muy friables, que se encuentran siempre en las proximidades del Muschelkalk.

(1) A. Bofill, *Descubrimientos paleontológicos en el Triás del medio y alto Vallés*, inserto en el *Boletín* de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Octubre de 1893.

En esta parte superior, en el Puig de la Creu, que forma parte del Triás de la misma región de Puigventós, en los lechos calizo-arenosos de débil espesor, de un aspecto parecido á los de las capas del número 4, he encontrado lumaquelas con formas malacológicas que caracterizan bastante bien las capas de Werfein (Arenisca abigarrada), según la opinión de M. V. Mojsisovics, al cual he tenido el honor de someter estos fósiles para su reconocimiento, así como los ammonitidos de las capas de que voy á tratar.

4.º Viene en seguida el Muschelkalk (núm. 4), perfectamente caracterizado: calizas compactas, nódulos calizos cimentados por arcillas amarillentas, calizas tabulares. Contiene *Mentzelia Mentzeli*, *Natica gregarea* y otras muchas especies de moluscos con fucoides.

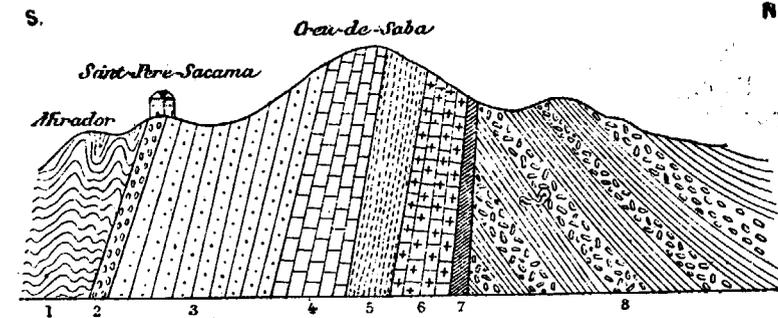


Fig. 33. — Corte del Triás de la estación de Olesa: longitud, un quilómetro; altura, 300 metros.

1. pizarras paleozoicas; 2, pudinga triásica; 3, Arenisca abigarrada; 4, Muschelkalk con *Mentzelia* y *Ceratites*; 5, samitas rojas con yeso; 6, caliza margosa con *Natica gregarea* y fucoides; 7, carñiolas; 8, alternancia de pudingas y arenisca del Eoceno inferior.

En estas capas delgadas, tabulares, se encuentran los ammonitidos, cuya presencia puede aclarar hechos interesantes. «Los ceratites de las calizas tabulares, cenicientas y amarillentas del torrente de San Jaume (estación de Olesa), me escribía M. V. Mojsisovics, deben ser referidas con certeza al Muschelkalk, y con probabilidad al Muschelkalk inferior. La mayor parte, y puede ser que todos los ceratites, deben ser especies nuevas; sin embargo, incontestablemente tienen el tipo y las formas del Muschelkalk.»

«Es más difícil el decidir si este Muschelkalk pertenece á la for-

mación germánica ó á la mediterránea. Una de las especies que tengo á la vista recuerda bien á una de las formas del Muschelkalk inferior germánico: el *Ceratites antecedens*, Beyr. Entre las otras formas, me ha sido imposible reconocer relaciones con ninguna mediterránea conocida.»

Desgraciadamente, en estas capas con ceratites no se han puesto aún al descubierto otros materiales en mejor estado de conservación que puedan aportar más luz sobre esta cuestión teórica tan interesante.

5.º Sobre estas capas calizas y siempre en estratificación concordante, se ven nuevamente lechos arenosos, muy micíferos, rojos ó azulados, en capas muy delgadas, de una consistencia á veces muy débil, que pasan á arenisca margosa (núm. 5). En estas capas, del lado del Llobregat, cerca de «Can Tobella,» se encuentra yeso, principalmente en el sitio llamado por este motivo «Las Guixeras.»

En diversos lugares de nuestro Trias en que el yeso aparece, la facies litológica es casi la misma que la de las capas atribuidas desde luego al Keuper.

6.º Por encima se ven, todavía en estratificación concordante, capas calizas (núm. 6). Casi por todas partes, en esta región están penetradas estas calizas de fucoïdes. Se halla también *Natica gregaria*; pero no me ha sido posible encontrar la *Mentzelia* y menos aún los ceratites característicos del Muschelkalk. Por la carencia de estos fósiles y por las consideraciones expuestas en el número 5, pudiera ser atribuida esta caliza á la parte superior del Trias.

7.º Es de observar que estas capas terminan casi siempre por lechos de caliza tabular delgada muy trastornados, buzando fuertemente hacia el Eoceno inferior, aun en los sitios en que las otras capas triásicas se presentan horizontales. Estas capas aparecen cubiertas por margas y por carñiolas (núm. 7).

8.º En fin, en contacto con esta parte superior triásica comienzan las capas atribuidas otras veces al Garumnense (núm. 8). Aparecen siempre en discordancia de estratificación con el Trias; en toda la región son casi siempre horizontales, ó más bien débilmente inclinadas hacia el N.NO. Sin embargo, aquí comienzan por capas de conglomerado excesivamente duro con guijarros calizos poco rodados, presentándose los primeros estratos muy inclinados; pero á corta distancia se ponen horizontales, como es lo general en toda la extensión del Eoceno de Cataluña.

Estas capas de conglomerado, siempre del Eoceno inferior, se presentan á veces en la región intercaladas con las margas rutilantes, nódulos y brechas calizas con *Bulimus gerundensis*; y lo que es más frecuente, las capas fosilíferas están ya en contacto con el Trias, ó con las pizarras ó el granito en donde falta el Trias.

Por encima de estas capas el Eoceno inferior adquiere facies bastante diferente. Las margas son más consistentes, de color rojo más oscuro, con fucoïdes, y alternan con bancos de arenisca dura del mismo matiz. Estas últimas, al principio de un espesor muy débil, aparecen cada vez más potentes á medida que las margas disminuyen de espesor.

9.º La importante formación numulítica descansa sobre estas capas en estratificación concordante.

ARTURO BOFILL.

mación germánica ó á la mediterránea. Una de las especies que tengo á la vista recuerda bien á una de las formas del Muschelkalk inferior germánico: el *Ceratites antecedens*, Beyr. Entre las otras formas, me ha sido imposible reconocer relaciones con ninguna mediterránea conocida.»

Desgraciadamente, en estas capas con ceratites no se han puesto aún al descubierto otros materiales en mejor estado de conservación que puedan aportar más luz sobre esta cuestión teórica tan interesante.

5.º Sobre estas capas calizas y siempre en estratificación concordante, se ven nuevamente lechos arenosos, muy micíferos, rojos ó azulados, en capas muy delgadas, de una consistencia á veces muy débil, que pasan á arenisca margosa (núm. 5). En estas capas, del lado del Llobregat, cerca de «Can Tobella,» se encuentra yeso, principalmente en el sitio llamado por este motivo «Las Guixeras.»

En diversos lugares de nuestro Trias en que el yeso aparece, la facies litológica es casi la misma que la de las capas atribuidas desde luego al Keuper.

6.º Por encima se ven, todavía en estratificación concordante, capas calizas (núm. 6). Casi por todas partes, en esta región están penetradas estas calizas de fucoides. Se halla también *Natica gregarea*; pero no me ha sido posible encontrar la *Mentzelia* y menos aún los ceratites característicos del Muschelkalk. Por la carencia de estos fósiles y por las consideraciones expuestas en el número 5, pudiera ser atribuida esta caliza á la parte superior del Trias.

7.º Es de observar que estas capas terminan casi siempre por lechos de caliza tabular delgada muy trastornados, buzando fuertemente hacia el Eoceno inferior, aun en los sitios en que las otras capas triásicas se presentan horizontales. Estas capas aparecen cubiertas por margas y por carniolas (núm. 7).

8.º En fin, en contacto con esta parte superior triásica comienzan las capas atribuidas otras veces al Garumnense (núm. 8). Aparecen siempre en discordancia de estratificación con el Trias; en toda la región son casi siempre horizontales, ó más bien débilmente inclinadas hacia el N.NO. Sin embargo, aquí comienzan por capas de conglomerado excesivamente duro con guijarros calizos poco rodados, presentándose los primeros estratos muy inclinados; pero á corta distancia se ponen horizontales, como es lo general en toda la extensión del Eoceno de Cataluña.

Estas capas de conglomerado, siempre del Eoceno inferior, se presentan á veces en la región intercaladas con las margas rutilantes, nódulos y brechas calizas con *Bulimus gerundensis*; y lo que es más frecuente, las capas fosilíferas están ya en contacto con el Trias, ó con las pizarras ó el granito en donde falta el Trias.

Por encima de estas capas el Eoceno inferior adquiere facies bastante diferente. Las margas son más consistentes, de color rojo más oscuro, con fucoides, y alternan con bancos de arenisca dura del mismo matiz. Estas últimas, al principio de un espesor muy débil, aparecen cada vez más potentes á medida que las margas disminuyen de espesor.

9.º La importante formación numulítica descansa sobre estas capas en estratificación concordante.

ARTURO BOFILL.

## XIII

NUEVAS OBSERVACIONES SOBRE LAS FAUNAS SILURIANAS  
DE LOS ALREDEDORES DE BARCELONA

A ruego de D. Jaime Almera, he reconocido muchos fósiles paleozóicos recogidos por él en los alrededores de Barcelona, habiendo ya tratado anteriormente en dos ocasiones distintas de estos interesantes descubrimientos <sup>(1)</sup>.

Las recientes investigaciones del Sr. Almera nos permiten completar y precisar muchos de sus descubrimientos anteriores. Los nuevos graptolitos de Torre Vileta de Cervelló (provincia de Barcelona), mejor conservados y más numerosos que los que se nos habían enviado anteriormente, permiten precisar y corregir las conclusiones fundadas en las primeras determinaciones. Entre ellos, en efecto, hemos reconocido:

*Cryptograptus Murchisoni*, Barr.

*Monograptus colonus*, Barr.

*Monograptus Riccartonensis*, Lapw.

Estas formas caracterizan niveles de los más altos del Siluriano, principalmente la base del tramo de Wenlock.

*Pizarras purpúreas del Papiol*.—La fauna del Papiol ofrece un interés particular, como representante, si no nos engañamos, de la capa fosilífera más antigua de Cataluña. Los caracteres de los trilobites (*Asaphidæ*) nos habían permitido referir este yacimiento á la segunda fauna siluriana (Ordoviciense), sin poder precisar de antemano el nivel correspondiente por la carencia de asimilaciones específicas con formas conocidas. Todas las especies encontradas nos parecen nuevas y merecen ser figuradas y descritas. Señalaremos, en efecto: *Ogygia* sp. (cf. *desiderata*, Barr.), *Asaphus* sp. (cf. *nobilis*, Barr.), *Avicula* sp. (cf. *pusilla*, Barr.), *Avicula* sp. (cf. *insidiosa*, Barr.), *Synech* sp.

(1) *Annales Soc. géol. du Nord*, tomo XIX, pág. 63; tomo XX, pág. 61.

(cf. *tremula*, Barr.), *Orthonata* sp. (cf. *perlata*, Barr.), *Lingula* sp., *Leptaena* sp. (cf. *sericea*, Sow.) y tallos de *Encrinurus*.

Habiéndose puesto en evidencia por los recientes estudios de M. Brögger las relaciones de *Ogygia desiderata* y *Asaphus nobilis* con el género *Asaphellus* de M. Callaway, resulta que la fauna del Papiol presenta afinidades con la de *Euloma-Niobe* de las regiones septentrionales por los caracteres de sus trilobites.

El *Asaphellus* del Papiol, que comparamos al *A. nobilis*, Barr., es una especie nueva, más parecida al *Asaphellus Solvensis*, Hicks <sup>(1)</sup>, de las capas de Tremadoc, que á la especie de Barrande.

El *Asaphellus* del Papiol, comparado al *Ogygia desiderata*, Barr., es una nueva especie, muy parecida, si no idéntica, al *Asaphellus innotatus*, Barr., de Hoff., en Baviera (pág. 69, lám. 1, figs. 30-52) <sup>(2)</sup>.

Se encuentran también en el Papiol con estas especies las siguientes: *Asaphellus* cf. *Wirthi*, Barr., pág. 66, lám. 1, fig. 7 de Hoff.; *Niobe* cf. *Homfrayi*, Salter: *Pal. Soc.*, lám. 20, figs. 3-12.

CHARLES BARROIS.

(1) Hicks, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, tomo XXIX, pág. 39, lám. 4.ª, figuras 40-46.

(2) J. Barrande, *Faune silurienne de Hoff. en Bavière*: Prague, Décembre 1868.

## XIV

## LAS ROCAS ERUPTIVAS DE LA PROVINCIA DE BARCELONA

Encargado por el Sr. Almera de estudiar las rocas eruptivas de la provincia de Barcelona, procuraré indicar en esta nota los diversos tipos que he podido reconocer entre los materiales que dicho señor ha recogido en sus pacientes investigaciones, y de los cuales ha tenido la bondad de enviarme algunos ejemplares.

Detenidamente estudiada la comarca por el Sr. Almera, presenta rocas eruptivas bastante variadas, sobre todo en las proximidades de la capital. Entre ellas el granito es la que ocupa mayor extensión; las otras se muestran al través del granito y de las pizarras paleozóicas, ocupando superficies mucho más reducidas.

**Granito.**

El granito normal de mica negra y dos feldespatos cubre cerca de Barcelona la parte más baja de la vertiente oriental ó marítima de la cordillera del Tibidabo, con soluciones de continuidad y apófisis en las pizarras paleozóicas. Se oculta bajo la formación postpliocena, cerca del río Besós, para mostrarse de nuevo sobre la orilla izquierda y penetrar en la provincia de Gerona en dirección al NE. Más al interior otras manchas graníticas se alinean según esta dirección, como puede comprobarse examinando el mapa geológico de los señores Thos y Maureta; de modo que el granito, salvo en algunos pequeños asomos, aflora en dos series de manchas alineadas de SO. al NE., es decir, paralelas á la costa mediterránea.

Las modernas teorías litológicas consideran el granito como una roca intrusiva, es decir, consolidada en el interior de la corteza terrestre; y si se muestra hoy día en la superficie, es á causa de los movimientos ó de las denudaciones del terreno, que han hecho desaparecer las rocas que en otro tiempo le cubrían. A mi juicio, las investigaciones del Sr. Almera en los alrededores de Barcelona aportan algunos hechos en apoyo de esta teoría; y á este propósito llamo

la atención particularmente sobre un yacimiento muy notable, en el barranco de Belén, donde se observa el granito bajo una envoltura de pegmatita, la cual, á su vez, está cubierta por pizarras paleozóicas.

**Pegmatita.**

La pegmatita del mencionado yacimiento envuelve al granito con medio metro de espesor. Está compuesta casi exclusivamente de ortosa y de cuarzo. El cuarzo, alargado según la arista del prisma, ha cristalizado al mismo tiempo que el ortosa, y los dos minerales se compenetran formando la estructura característica de la pegmatita gráfica, más perceptible aún con la luz polarizada, viéndose al ortosa extenderse en grandes láminas sobre las cuales brillan los cristales de cuarzo. La plagioclasa y la mica son muy raras en esta roca, faltando absolutamente en algunas de las preparaciones. Es, por consiguiente, más ácida que el granito normal, al que cubre, y la cristalización simultánea de sus dos elementos principales se debe, sin duda, al enfriamiento más rápido del magma granítico en su parte más ligera y más próxima á la superficie.

Se observa también la pegmatita en filones que cortan, ya al granito, entre Bonanova y Belén, ya á las pizarras paleozóicas, cerca del cementerio de este pueblo. En las pegmatitas del macizo granítico del Montseny se reconocen el cuarzo y la ortosa de primera consolidación, y con ellos la magnetita, la ilmenita y la limonita, esta última procedente de la alteración de la biotita, lo que denota una composición menos ácida que la de las rocas del mismo grupo últimamente citadas. Otras preparaciones manifiestan también escasos cristales de oligoclasa, biotita y muscovita.

**Granulita.**

En la granulita el cuarzo es en parte idiomorfo, y la muscovita es con frecuencia muy abundante. He reconocido rocas pertenecientes á este tipo en ejemplares procedentes de la cordillera del Tibidabo, del macizo del Montseny y de los alrededores de la villa de Papiol, en el *Puig de Santa Madrona*. En el macizo de Montseny se observa la granulita atravesando al granito y á las pizarras paleozóicas. En el Papiol, según el Sr. Almera, corta á las capas aquitanienenses.

He aquí la composición mineralógica de uno de los ejemplares tomados como tipo de las granulitas del Tibidabo, procedente de *San Ciprià*, donde esta roca corta á las pizarras muy cerca de su contacto con el granito: oligoclasa (escasa), ortosa, microclino, biotita (escasa y alterada), muscovita (abundante) y cuarzo bajo sus dos aspectos granítico y granulítico.

En la montaña de Vallvidrera hay granulita compuesta de ortosa, oligoclasa, mica blanca, clorita, talco y cuarzo; este último mineral se presenta en cristales de primera consolidación y en grupos de pequeños granos con diversas orientaciones cristalográficas que ocupan los vacíos entre los grandes cristales.

En otros ejemplares procedentes de yacimientos de esa misma localidad, en que la granulita corta también á las pizarras paleozóicas, se reconoce la composición siguiente:

Ortosa, oligoclasa, cuarzo granítico y granulítico (este último muy abundante), muscovita y turmulina muy abundante.

Las granulitas unidas al macizo granítico del Montseny y á las pizarras que le rodean, tienen una composición semejante á las de la región del Tibidabo. Se encuentran en ellas ortosa, oligoclasa, cuarzo granítico y granulítico, biotita (ordinariamente alteradas) y muscovita.

En algunas rocas de este grupo el cuarzo granulítico se une al ortosa, y disminuyendo los elementos de esta asociación se observa una transición á las microgranulitas de que trataré más adelante.

La granulita del Papiol, de edad terciaria, según el Sr. Almera, se compone de cuarzo granítico y granulítico, ortosa, oligoclasa (escasa), biotita, muscovita, talco, apatita y óxidos de hierro.

### Sienita.

Se reconoce esta roca en dos yacimientos. El uno forma una bolsada en el granito cerca de Vallensana: la roca está compuesta de ortosa, cuarzo, hornablenda y magnetita. El otro se encuentra cerca de Santa Coloma de Gramanet: la roca está formada por los mismos materiales, y además contiene apatita; pero el cuarzo se encuentra solamente corroyendo los cristales de ortosa y en filoncillos.

Entre las diabasas del barranco de Santa Creu hay rocas que contienen hornablenda y ortosa al lado de la oligoclasa y de la augita: forman una transición á las sienitas.

### Microgranulitas y otros pórfidos cuarcíferos.

La gran familia de los pórfidos cuarcíferos, cuya composición mineralógica corresponde á la de los granitos, pero en que los dos períodos de consolidación están bien diferenciados, está ampliamente representada en los alrededores de Barcelona, observándose en numerosos filones y masas que cortan el granito y las pizarras paleozóicas de la cordillera del Tibidabo, como en Montseny. Los yacimientos de estas rocas son más escasos en el interior de la provincia. Hay muchos en Congost de Martorell.

Muchos pórfidos de la región del Tibidabo y de la del Montseny son microgranulitas típicas de la clasificación de M. Michel Lévy. Sus elementos de primera consolidación son: el cuarzo en cristales corroidos en sus bordes, dejando penetrar el magma en el interior; ortosa, oligoclasa y mica negra. El segundo período está representado por la asociación de cuarzo y ortosa en pequeños elementos, pero fácilmente reconocibles al microscopio con poco aumento. En estas rocas el ortosa de los dos períodos está frecuentemente impregnado de óxido de hierro. La mica negra es ordinariamente más ó menos cloritosa y contiene magnetita.

En los otros pórfidos, los elementos del magma (cuarzo y ortosa) están en granos tan pequeños que no se les distingue con claridad.

Estas rocas ofrecen diversos grados de alteración. Sus feldspatos aparecen frecuentemente enturbiados á causa de una caolinización más ó menos avanzada, y la mica negra aparece en gran parte transformada en clorita con óxidos de hierro. Hay también ejemplares en que la mica negra se ha transformado parcialmente en mica blanca; y cuando la descomposición está muy avanzada, la mica negra llega á transformarse en limonita ó en manchas ferruginosas que acusan su presencia anterior en la roca.

Se ven pórfidos de este tipo que cortan al granito en el Tibidabo, Vallvidrera, San Andreu de Palomar, Moncada y Monte Alegre.

Un tipo bastante diferente es el de los pórfidos que asoman á través de las pizarras paleozóicas en Congost de Martorell, cerca de la ciudad de este nombre. Estos pórfidos acusan una composición menos ácida y ofrecen tránsitos á las porfiritas. Sus cristales de primera consolidación son los de cuarzo, ortosa, plagioclasa (frecuentemente labrador) y mica negra (muy abundante). En el magma se ven

agrupadas con el cuarzo y la ortosa, de formas cortas, microlitos alargados de plagioclasa y pequeños haces de mica negra ó de clorita procedentes de su alteración.

El pórfido que en San Andreu de la Barca corta á las pizarras paleozóicas, difiere de todos los otros por su magma petrosilíceo. Como cristales de primera consolidación, contiene cuarzo, ortosa, mica negra (parcialmente transformada en mica blanca), talco y magnetita. En el magma se desenvuelven abundantes esferulitas.

De las rocas que afloran en Pi den Vals no he observado más que ejemplares muy alterados. Se trata de un pórfido muy diferente del antes mencionado. Como cristales de primera consolidación no quedan más que manchas de hierro hidroxidado, procedentes probablemente de la descomposición de un silicato ferromagnesiano. El magma es petrosilíceo y presenta á luz polarizada una estructura palmeada.

He estudiado ejemplares procedentes de muchos filones que atraviesan al granito en el barranco de Cajellas, cerca de San Andreu de Palomar, demostrando una acción metamórfica sobre los microgranulitos semejante á la que cambia al granito en gneis y que hace desaparecer á los feldespatos.

El greisen aparece siempre en relación con las hendiduras que atraviesan al granito, por las cuales han debido subir los *mineralizadores*, produciendo los minerales accesorios que con frecuencia contiene esta roca, como son el topacio, el espatofluor, la casiterita, la turmalina y otros. De la misma manera, en algunas rocas porfídicas que cortan al granito cerca de San Andreu de Palomar y de Pedralbes, se observa una sustitución gradual de mica blanca á mica negra y á feldespatos, y se ven minerales accesorios.

En algunas láminas delgadas de los ejemplares del barranco de Cayellas se observa que no contienen feldespatos y que han sido reemplazados por el cuarzo y la muscovita, tanto en los grandes cristales como en el magma. También se observan numerosos cristales pequeños de titanita, circón, apatita y rutilo, y manchas de clorita y de óxido de hierro.

En otros ejemplares de la misma procedencia falta el cuarzo de primera consolidación: contiene restos de biotita, y los elementos principales del magma son el cuarzo y la muscovita.

La roca de los filones que se encuentran cerca de Pedralbes es completamente semejante: denota un principio de metamorfismo del

mismo género, y se ve en ella la mica blanca en abundancia y algunos restos de feldespatos. Es de notar en todas estas rocas la abundancia de cristales pequeños de titanita y la presencia en algunos ejemplares de la casiterita.

### Pórfidos sieníticos ú ortofiros.

M. Rosenbusch da este nombre á los pórfidos que no contienen cristales de cuarzo de primera consolidación. M. Michel Lévy, dando más importancia á los productos de segunda consolidación, incluye en el grupo de las microgranulitas los pórfidos, cuyo magma contiene cuarzo asociado á los feldespatos, aunque no contengan cuarzo de primera consolidación.

Existen pórfidos de este tipo en Vallvidrera (Coll Cerola), que contienen cristales de feldespato alterados (la mayor parte de ortosa), hornablenda (con frecuencia transformada en clorita), hierro magnético y titanífero con leucoxena. Su magma está constituido por cuarzo y ortosa con pequeñas fibras de clorita.

Una composición muy semejante ha sido comprobada en algunos pórfidos en el barranco de Belén. En el Tibidabo hay también pórfidos de este mismo tipo que contienen cristales de ortosa muy alterados, mica negra y mica blanca (la segunda como alteración de la primera) y óxido de hierro; su magma está constituido por la asociación microgranulítica de cuarzo y ortosa.

Los pórfidos que atraviesan el granito cerca de la Torre Castanyé, en San Gervasio, contienen ortosa y plagioclasa muy alteradas, biotita, anfíbol en cristales formados por la reunión de microlitos y la titanita abundante extendida por toda la roca. Su magma está formado á veces por la asociación microgranulítica de cuarzo y ortosa de pequeños elementos. Otras veces estos elementos son mayores y se les ve mezclados con mica y clorita: este último mineral y los óxidos de hierro aparecen siempre como productos de alteración.

### Dioritas y epidioritas.

Las dioritas no son raras en la provincia de Barcelona. Las he reconocido entre los ejemplares procedentes del Tibidabo, del SO. de Martorell, de la Font-Groga y de la cúspide de Vallvidrera.

Las dioritas del Tibidabo se componen esencialmente de horna-

blenda y de una plagioclasa ácida, generalmente oligoclasa, conteniendo también casi siempre magnetita é ilmenita.

En las de Martorell, á la hornablenda y á la oligoclasa se añaden la apatita y la magnetita. Una composición semejante se ha hallado en las de Font-Groga.

Las de la cúspide de Vallvidrera denotan una composición más básica, puesto que su plagioclasa es frecuentemente el labrador. Contienen también apatita, mucha magnetita y á veces ilmenita.

Se deben clasificar como *epidioritas* mejor que como dioritas algunos ejemplares procedentes del Papiol, puesto que la hornablenda que contienen parece proceder de la transformación de la augita, mineral del que aún conservan restos.

La plagioclasa de estas rocas es la oligoclasa ó uno de sus análogos. A estos componentes esenciales se añaden ordinariamente magnetita é ilmenita. Con frecuencia se observa el cambio de la augita en hornablenda, y, por consecuencia, la transformación de las diabasas en dioritas. Es, pues, probable que algunas dioritas de la provincia de Barcelona, en relación con las diabasas tan abundantes, sean debidas á esta alteración.

### Diabasas.

Las diabasas abundan en toda la zona paleozóica de las dos vertientes del Llobregat y forman muchos filones y masas que atraviesan á las pizarras. Los componentes esenciales de estas rocas son la augita y una plagioclasa que con más frecuencia es la oligoclasa ú otra de las especies ácidas; mas rara vez el labrador ú otras especies básicas. Algunos ejemplares de Santa Creu de Olorda y de Molins de Rey presentan la composición más básica.

La augita aparece más ó menos transformada en clorita, y pueden observarse todos los grados de esta transformación hasta la desaparición total del mineral primitivo.

Con estos dos componentes esenciales, plagioclasa y augita, y con los productos de su alteración, se encuentra siempre la magnetita, la ilmenita ó ambas. En algunas diabasas se halla también la apatita, en otras la titanita; en las que están muy alteradas se encuentran la calcita, y á veces el cuarzo secundario.

Algunos ejemplares procedentes de Puig Rodó y de los alrededores de Vallvidrera, presentan la hornablenda asociada á la augita; resul-

tando así una transición á las dioritas ó epidioritas de que ya hemos hablado. La diabasa que asoma en la ladera que domina al barranco de Berreras, cerca del Papiol, es notable á causa del buen estado de conservación de sus dos elementos, augita y labrador.

En láminas delgadas obtenidas de ejemplares de un filón que aflora en la cumbre de Vallvidrera se observa mucha epidota con cuarzo, clorita y óxidos de hierro; el feldespato es muy escaso ó falta en absoluto. No sé si esta roca debe ser clasificada como una diabasa cuarcífera, porque la augita se cambia con frecuencia en epidota, ó más bien, como una epidotita.

### Porfiritas.

Comprendemos bajo este nombre las rocas cuya composición mineralógica se relaciona con la de las dioritas y diabasas, pero en las que los dos períodos de consolidación están bien marcados por efecto de las dimensiones más pequeñas de los productos del segundo periodo que tienen frecuentemente la forma de microlitos.

He reconocido porfiritas cuarcíferas entre los ejemplares de dos yacimientos.

Al E. del río Besós la gran masa de pórfido cuarcífero con microgranulita que atraviesa el granito, está á su vez atravesada por una porfiritita cuarcífera. Esta roca contiene, como producto del primer periodo, cuarzo, ortosa, plagioclasa y otros cristales que primitivamente han debido ser de augita, pero que parecen compuestos de este mineral, hornablenda, epidota y clorita. El magma está constituido por microlitos de anfíbol y de plagioclasa asociados al cuarzo y algunos granos de augita. Contiene también esta roca magnetita é ilmenita. Para observar con claridad la composición de su magma, son necesarias placas excesivamente delgadas y el empleo de grandes aumentos.

Se deben también incluir en las porfiritas cuarcíferas algunos ejemplares del barranco de Belén. En ellos se ven grandes núcleos de hornablenda formados por la aglomeración de microlitos y cristales fracturados de ortosa y dos plagioclasas, oligoclasa y labrador. El magma se compone de cuarzo y de microlitos de plagioclasa con granos pequeños de un mineral piroxénico alterado. La composición de este magma no es homogénea en cada una de las preparaciones, puesto que el cuarzo domina en algunas partes y los microlitos de

plagioclasa son más abundantes en otras. Contiene también esta roca magnetita y un poco de pirita de hierro.

Se encuentran *porfiritas dioríticas* entre Molins de Rey y San Feliú, y al SO. de Martorell.

Las primeras contienen cristales muy abundantes de hornablenda y de plagioclasa, lo más frecuentemente labrador. Los cristales de hornablenda están transformados parcialmente por epigénesis en tremolita y en clorita. El magma está constituido por microlitos de plagioclasa y de anfíbol. Contienen también estas rocas cristales pequeños de apatita, y como producto secundario la calcita.

Las otras contienen cristales de hornablenda, de ortosa y de labrador, y su magma está compuesto de microlitos de labrador y de hornablenda, siendo también abundante la magnetita.

Entre las rocas procedentes de Santa Creu de Olorda y de los alrededores del Papiol, se han reconocido *porfiritas diabásicas*. Las del primer punto contienen cristales de oligoclasa, de augita con clorita, de magnetita y de ilmenita; su magma está formado por microlitos de oligoclasa y pequeños granos de augita más ó menos alterados.

En las otras, generalmente más descompuestas, se pueden ver aún restos de augita entre la clorita, mezclada también á la oligoclasa, que está muy caolinizada, lo mismo los cristales del primer periodo de consolidación, que los microlitos del magma.

Los ejemplares procedentes de un filón que corta al granito cerca de Sarriá, ofrecen un tipo diferente de todas las porfiritas que acabo de citar, aunque su alteración, muy avanzada, no permita hacer un estudio más completo de su composición mineralógica.

Sobre el magma, en parte amorfo, se destacan manchas de limonita procedentes probablemente de la descomposición del elemento coloreado ó ferro-magnésiano y cristales y microlitos alargados de plagioclasa que se orientan de manera que tienden á la estructura fluidal. Hay también en esta roca cuarzo y muscovita como minerales secundarios. En un ejemplar se ve el cuarzo y la biotita arrancados probablemente al granito.

Un ejemplar procedente de entre Santa Creu y Papiol ofrece una composición semejante y en el mismo grado de alteración, aunque los microlitos de plagioclasa sean más abundantes, el magma amorfo más escaso y la estructura fluidal menos acentuada.

Al terminar esta sumaria indicación de los principales tipos y variedades de rocas eruptivas que he reconocido entre los materiales

coleccionados por el Sr. Almera en la provincia de Barcelona, lamento no conocer más que imperfectamente la mayor parte de sus yacimientos, y no poder deducir algunas conclusiones sobre las relaciones que existen entre la estructura de estas rocas y las circunstancias de su yacimiento, cuestión del mayor interés para la geología moderna.

## XV

## EXCURSIONES A CASTELLVÍ DE LA MARCA

## AL VALLE DE SAN PAU DE ORDAL Y Á SAN SADURNÍ DE NOYA

El sábado de madrugada salimos en carruaje á Castellví de la Marca, atravesando de E. á O. el llano pontiense del Panadés. Saliendo de Villafranca volvimos hasta Monjos, y en la trinchera del camino observamos el limo marino gris amarillento perteneciente al nivel más elevado del Tortoniuense (Sarmático), sobre el cual está edificada Villafranca: está cubierto por arcilla con guijos y nódulos calizos que contienen *Lithothamnium*, la que á su vez sirve de asiento al limo cuaternario.

A medida que atravesamos el llano, nos damos cuenta de la extensión y del buzamiento del Burdigaliense y del Helvético: forman gran parte de la orilla SO. de la cuenca, y ofrecen una facies semejante á las de las formaciones de la misma edad de la cuenca del Ródano.

Más allá de Monjos tomamos el ramal de Castellví, y atravesamos siempre el Pontiense fluvio-continental, hasta la aldea de Almunia. Pasamos al lado de montículos arenosos, cuyas capas contienen restos de proboscideos (*Mastodon?*). Sobresalen estos montículos en la llanura y han quedado aislados por efecto de la denudación. Más allá de la Almunia atravesamos bancos arenosos que buzan de 4° á 5° hacia el NO., pasando á ser silíceos hacia arriba y conteniendo bancos de *Ostrea gingsensis* y *O. crassissima* en la parte superior, con moldes de *Turritella*, de *Venus*, etc., en la parte inferior.

Por debajo existe un depósito salobre margo-arenoso visible en los puntos denudados, y forma una banda de anchura variable cubierta en las partes bajas por el légamo cuaternario y descansando por el lado N. sobre el Infracretáceo. Este depósito contiene, entre otros fósiles, los siguientes:

*Sus major*, Gerv.

*Cerithium bidentatum*, Grat.

*C. crenatum*, Broc., var.

*Melania* cf. *Tournoüeri*, Fisch.

*Micromelania* sp.

*Melampus* sp.

*Valvata* sp.

*Bithymia* sp.

*Pisidium* sp.

*Helix Gualinoi*, Mich.

*H. delphinensis*, Font.

*Cyclostoma* del grupo *Tudora*.

*Cardium*, diversas especies, etc.

Esta sucesión alternativa de formas marinas, salobres y terrestres, muestra de una manera evidente los movimientos de regresión y de transgresión del mar en esta región antes de la última regresión de las aguas marinas que tuvo lugar al fin de la época pónica.

Después de atravesar esta banda llegamos á la garganta del barranco de Marmellá, formada por el Infracretáceo, que constituye un serrijón que va desde San Martí Sarroca á Montmell. Subiendo la garganta, y á pesar de las numerosas fallas que se observan, pudimos reconocer la misma serie que habíamos visto anteriormente á la orilla del mar, con la misma facies y los mismos tipos salobres y marinos que en el macizo de Garraf: dolomía negra, caliza salobre con *Bithymia* y caliza de arrecife con *Matheronia* y *Cerithium*.

A 120 metros próximamente por encima del barranco, frente á la casa de Pascual, sobre estas calizas se ve una hilada de calizas arenosas brechiformes, blandas en ciertos niveles, amarillentas, muy ricas en fósiles, pertenecientes al Aptiense de arrecife y de más de 180 metros de potencia. Faltándonos tiempo para estudiar toda la escarpa, no pudimos ver más que la hilada inferior, muy fosilífera en este punto y de fauna francamente aptiense. Entre otros fósiles, se encuentran: el *Policonites* cf. *Verneuilli*, Bayle, y el *Horiopleura Almeræ*, Paquier, nov. sp. (in litt.), estudiados por M. Paquier. Es interesante hacer constar la existencia de estos tipos en la fauna aptiense, tanto más, cuanto que parece bien establecido que el género *Horiopleura* apareció, no con el Cretáceo superior (1), sino en el inferior, hecho que, por lo demás, había sido ya observado por M. Ca-

(1) B. S. G. F., 1895, pág. 569.

rez en los Pirineos. Además de los *Policonites* y *Horiopleuras*, muy abundantes, se encuentran las especies siguientes:

- Orbitolina discoidea*, A. Grass.  
 — *conoidea*, A. Grass.  
*Enallaster Delgadoi*, de Loriol.  
*Rhynchonella lata*, d'Orb.  
*Terebratula praelonga*, Sow.  
 — *sella*, Sow.  
 — *tamarindus*, Sow.  
*Ostrea præcursor*, Coq.  
 — *Boussingaulti*, d'Orb.  
 — *aquila*, Sow.  
*Janira Morrissi*, Pict. y Ren.  
*Lima Cottaldina*, d'Orb.  
*Requienia Lonsdalei*, auct.  
*Toucasia carinata*, Math. sp., c.  
*Lithodomus avellana*, d'Orb.  
*Trigonia caudata*, Ag., c.  
*Cardium Euryalus*, Coq.  
 — *amænum*, Coq.  
*Cyprina curvirostris*, Coq.  
*Fimbria corrugata*, Sow.  
*Tapes* cf. *paralella*, Coq.  
*Anatina* sp.  
*Panopæa* sp.  
*Nerinea Renauxiana*, d'Orb.  
 — *Coquandiana*, d'Orb.  
 — *gigantea*, d'Hombres-Firmas.  
 — *Archimedis*, d'Orb., etc.

Las dolomías y calizas cretáceas de la vertiente SE. de la montaña de Marmellá están cruzadas por numerosas fallas: muy cerca de Castellví se observa una de ellas, de forma curva muy interesante y de gran salto, que pone en contacto la dolomía con el Cretáceo inferior, constituido por la caliza con *Orbitolina lenticulata*.

Al SO., y muy cerca de Castellví, se ve un banco de arena con guijarros y con *Ostrea crassissima* descausar sobre el Cretáceo ó la dolomía: forma el montículo llamado Puig-Rodó.

Regresamos después á Villafranca y continuamos nuestro viaje en coche por la carretera de Barcelona á Tarragona por el valle de San Pau de Ordal. A la salida de la ciudad observamos el légame tortoniense con *Turritella rotifera*, *Cerithium vulgatum*, etc., cubierto de un depósito de ribera formado de limo nodular, de caliza con *Lithothamnium* y guijarros, que acusa la regresión del mar al fin del período mioceno. A la izquierda del camino, más allá del cementerio, se observa en una pequeña prominencia del terreno un banco de *Ostrea gingensis*, el más alto de la región, con *Arca barbata*, etc. A dos kilómetros al SO., en San Pere Molanta, un depósito salobre con impresiones vegetales, *Potamides*, *Cardium*, *Arca*, *Leda*, *Corbula nucleus*, cc., y crustáceos, atestigua más claramente este movimiento de regresión de las aguas marinas. Después de haber recorrido la hermosa llanura pontiense del Panadés, cubierta en parte por el lehm travertinoso cuaternario, bordeando siempre el Cretáceo del macizo de Garraf por su lado N., llegamos á la una al valle de San Pau de Ordal.

A la derecha dejamos, al lado del camino, el Cretáceo inferior que forma una colina baja, contra la que se apoya el Pontiense continental. Está cubierta por el Terciario marino (Helvético) y formada por el Barremiense de arrecife con *Toucasia carinata* (?) de grandes dimensiones (Banco de Camp de Grils, en la aldea de Cantallops). Está cubierto por el Aptiense calcáreo-margoso con *Orbitolina lenticularis*, d'Orb.; *Heteraster oblongus*, *Janira Morrissi*, *Lima Cottaldina*, *Nerinea* sp., etc., que se manifiesta al descubierto hasta las cercanías de la granja Rafols dels Caus.

A la izquierda tenemos el valle terciario, donde se encuentra el Cuaternario, Pontiense, Sarmático, Tortoniense y el Helvético (figura 54); debe observarse que este valle de San Pau de Ordal es en pequeño la cuenca de Viena: tan grande es su semejanza con esta última, tanto bajo el punto de vista estratigráfico como litológico y paleontológico.

El Pontiense superior es salobre y no fosilífero, á pesar de su espesor. Está constituido por capas abarrancadas, arenosas, guijarreas, ó arcillosas amarillentas ó grises, con buzamiento variable, pero frecuentemente hacia el O. Está depositado en una ensenada, formada por un lado por el Helvético dislocado, y por otro por el Infracretáceo.

Se apoya sobre el Sarmático, que aparece en el fondo del valle;

allora entre el camino de Barcelona à Tarragona y el empalme de la Vern, hacia la casa Vendrell, en donde están las capas más altas de este piso. Estas capas son margosas, arenosas y muy abundantes en *Cerithium*.

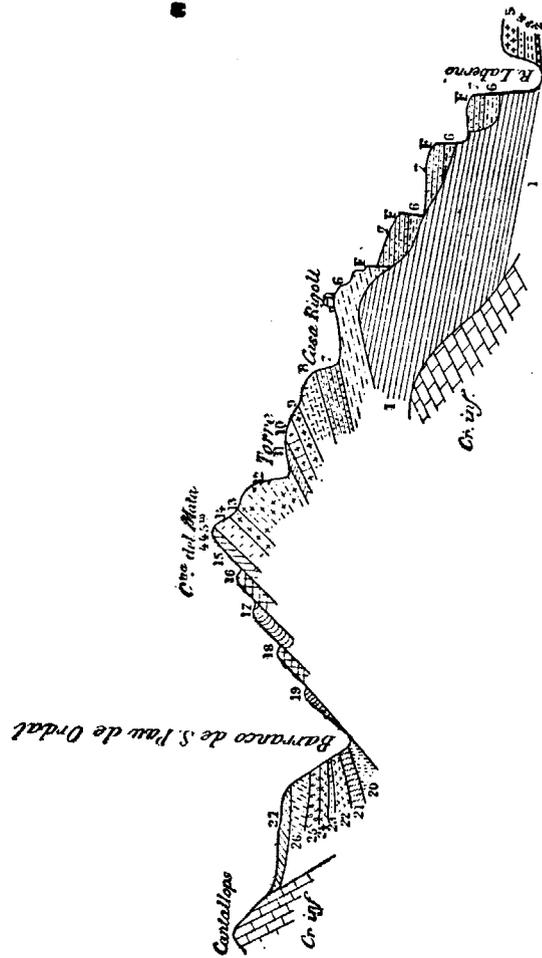


Fig. 34. — Corte general de los terrenos terciarios de Cantallops (San Pau de Ordal) en el arroyo Labernó (San Sadurni de Noya): escala, 1/80000; alturas libres.

1, arcillas rojas aquitanenses; 2 à 4, capas con *Scutella Lusitanica*; 5, capas inferiores con *Pereira Gervaisi*; 6 y 7, alternancia de bancos calizos y de arcillas (nivel medio con *Pereira Gervaisi*); 7 à 11, calizas y margas con *Pecten Gervaisi*, etc. (Helvético); 12 à 19, arenas y calizas con *Litholhamium*, etc.; 20 y 21, arcillas azules con *Pereira Gervaisi*, nivel superior (Tortonense); 22, arenas sin fósiles; 23, banco de *Ostrea Gingsensis*, var. *parva*; 24 y 25, capas salobres con *Cerithes* (Sarmático); 26, arenas y margas (Pontiense); 27, légame cuaternario.

Por debajo viene otra capa arenosa y margosa, poco fosilifera, de 4 metros de espesor, descansando sobre un banco de *Ostrea Gingsensis*, var. *parva*, de 2 metros de espesor. Las especies encontradas en las rocas superiores son las siguientes:

*Murex Dertonensis*, Mayer.

— *sublavatus*, Bast.

— *cœlatus*, Grat.

*Pyrula cornuta*, Agas.

*Rostellaria Dordariensis*, A. y B.

*Nassa acrostyla*, Fisch. y Tourn.

— *corniculum*, Oliv.?

*Columbella complanata*, Bell.?

*Natica Josephinia*, Risso.

*Cerithium bidentatum*, Grat., cc.

— *lignitarum*, Hörn., c.

— *pictum*, Bast., cc.

— *vulgatum*, Liu.

— *minutum*, Serres in Hörn.

— *rubiginosum*, Eichw.

*Turritella cathedralis*, Brong.

— *gradata*, Menk.

*Nerita Plutonis*, Bast.

*Ostrea cf. lamellosa*, Broc.

*Lucina spinifera*, Montagu.

— *dentata*, Agas.

*Arca diluvii*, Lamk., var. *Thracia* sp.

*Chama gryphoides*, Lamk., etc.

Continuando el descenso hacia el fondo del barranco de San Pau, atravesamos una masa de arenas verdosas, amarillentas, sin fósiles, cuyo espesor excede de 20 metros, sobre la cual está edificado en parte el pueblo. Estas arenas proceden del mar tortoniense, que ha precedido al régimen salobre con *Cerithium*.

Con este banco concluyen los depósitos de facies salobre y comienzan las hiladas francamente marinas. Más allá de la población se muestran en el fondo del mismo barranco arcillas azules margosas y arenosas, francamente tortonienses, del nivel superior de *Pereira Gervaisi*, *Rostellaria dentata*, var. *Dordariensis* y muchas especies de *Pleurotoma*, algunas muy frecuentes. Este yacimiento del Tortonense superior se ha hecho clásico por la abundancia y buena conservación de los ejemplares; corresponde al horizonte de las arcillas de Baden y de Cabières de Aignes, y tiene su misma facies. He aquí la lista de las especies que se han encontrado hasta hoy;

muchas de ellas son especies nuevas; otras solamente son variedades de tipos existentes en las arcillas de Baden:

- Crysophrys* sp.  
*Sargus* sp.  
*Oxyrhina* sp.  
*Myliobatis* sp.  
*Ditrupa* sp.  
*Murex Delbosianus*, Grat., c.  
 — *sublavatus*, Bast., var. *Grundensis*, Hörn. y Auing.  
*Pollia Dordariensis*, A. y B.  
*Ranella marginata*, Brong.  
 — *papillosa*, Pusch.?  
*Triton olearius*, Lin., var. A. Bell.  
*Fasciolaria Tarbelliana*, Grat., var.  
*Cancellaria foveata*, A. y B.  
 — *Westiana*, Grat.  
 — *lyrata*, Broc.  
 — — Broc., var. *angusta*, A. y B.  
 — *cancellata*, Lamk.  
 — *calcarata*, Broc., var. *quadrulata*, A. y B.  
 — *contorta*, Bast.  
 — *obsoleta*, Hörn.  
*Pyrula cornuta*, Ag., c.  
 — *rusticula*, Bast.  
 — *cingulata*, Brong.  
 — *reticulata*, Desh.  
 — *condita*, Brong.  
 — *geometra*, Bors.  
*Fusus multiliratus*, Bell.  
 — *spiniifer*, Bell., var.  
 — *angulosus*, Broc.  
 — *brevicaudatus*, Bell.  
 — *aduncus*, Bronn.  
 — *virgineus*, Grat.  
 — *corneus*, Lin.  
*Terebra neglecta*, Micht., var. *raricostata*, A. y B.  
 — *neglecta*, Micht., var. *stricta*, A. y B.  
 — *striata*, Bast.

- Terebra acuminata*, Bors.  
 — *subcinerea*, d'Orb., var. *Catalaunica*, A. y B.  
 — *plicaria*, Bast.  
 — *Basteroti*, Nyst.  
*Eburna Brugadina*, Grat.  
*Nassa Cocconii*, Bell.  
 — *semistriata*, Broc., var. A. Bell.  
 — *Hörnesi*, May., var. *parvula*, A. y B.  
 — *Karrereri*, Hörn. y Auing.  
 — *pulchra*, d'Anc.  
 — *Dujardini*, Desh., var. B. Fisch. y Tourn.  
 — *Schönni*, Hörn. y Auing.  
 — *obliqua*, Hilb.  
 — *Bollenensis*, Tourn., var. *acuminata*, A. y B.  
 — *acrostyla*, Fisch. y Tourn.  
 — *subsculptilis*, A. y B.  
 — *limata*, Chemn.  
 — *incrassata*, Müller, var. *minor*.  
 — *flexicostata*, Bell.  
 — *Basteroti*, Micht.?  
 — *Sturi*, Hörn. y Auing.  
 — *Haverii*, Micht., var. *minor*.  
 — *miocenica*, Micht.  
 — *costulata*, Broc., var. *Pœnitensis*, A. y B.  
 — *baccata*, Bast., var. *pseudo-baccata*, A. y B.  
 — *serraticosta*, Bronn.  
 — *Tarraconensis*, Tourn.  
 — *Phos-Hornesi*, Semp.  
 — *connectens*, Bell.  
*Ringicula Baylei*, Morl.  
 — *quædriplecata*, Morl.  
 — *Almeræ*, Morl.  
 — *Gaudryana*, Morl.  
*Purpura præcyclopeum*, A. y B.  
*Cassis cyprocifformis*, Bors.  
 — *mammillaris*, Grat.  
*Dolium denticulatum*, Dh.  
*Columbella minor*, Scaec.  
 — *curta*, Bell.

- Columbella nassoides*, Bell.  
 — *subulato-curta*, A. y B.  
 — gr. *subulata*, Bell.  
*Oliva scalaris*, Bell., var.  
*Ancilla glandiformis*, Lamk.  
*Conus Berghausi*, Micht.  
 — *Mercati*, Broc.  
 — *Sharpeanus*, P. da Costa.  
 — *avellana*, Lamk., var.  
 — *Tarbellianus*, Grat.  
 — *virginalis*, Broc.  
 — *extensus*, Pusch.?  
 — *canaliculatus*, auct., c.  
*Pleurotoma vermicularis*, Grat.  
 — *pinguis*, Bell.  
 — *coronata*, Münst., var.  
 — *denticula*, Bast.  
 — *Aquensis*, Grat.  
 — *intermedia*, Broc.  
 — — Broc., var.  
 — *rasisulcata*, Font.  
 — *ramosa*, Bast.  
 — *pustulata*, Broc.  
 — *terebra*, Bast.  
 — *raricosta*, Broc.  
 — gr. *distinguenda*, Bell.  
 — gr. *cerithioides*, Desm.  
 — gr. *uniflora*, Bell.  
 — gr. *raristriata*, Bell.  
 — gr. *exilis*, Bell.  
 — *ruida*, Bell.  
 — *interrupta*, Broc.  
 — *spinosa*, Grat.  
 — *asperulata*, Lamk., cc.  
 — *calcarata*, Grat.  
 — *Susannæ*, Hörn. y Auing.  
 — *concatenata*, Grat.  
 — *granulocincta*, Münst.  
 — *gradata*, Defr.

- Pleurotoma ditissima*, May.  
 — gr. *ditissima*, May.  
 — *Olgæ*, Hörn. y Auing.  
 — *sylvestris*, Doder.  
 — *carinifera*, Grat.  
 — *Jouanneti*, Desm.  
 — *semimarginata*, Lamk.  
 — *intorta*, Broc., var.  
 — *cataphracta*, Broc.  
 — *ornata*, Defr.  
 — gr. *columnæ*, Bell.  
 — *reticulata*, var. *Bollenensis*, Font.  
 — *brachistoma*, var. *comitatensis*, Font.  
*Voluta rarispina*, Lamk.  
*Mitra separata*, Bell., var.  
 — *scalarata*, Bell., var.  
 — *transiens*, Bell., var.  
 — *scrobiculata*, Broc., var.  
 — gr. *scrobiculata*, Broc.  
 — *goniophora*, Bell.  
 — *striatula*, Broc.  
 — *protracta*, Bell.  
 — *dignota*, Bell., var.  
 — gr. *fusulus*, Cocc.  
 — *Bronni*, Micht.  
 — *drylliæformis*, Bell.  
 — *pyramidella*, Broc.  
 — *Venusta*, Bell., var.  
*Cypræa* sp.  
*Natica millepunctata*, Lamk.  
 — *glaucinoïdes*, Desh., var. *depressa*, Grat.  
 — *helicina*, Broc.  
 — *redempta*, Micht.  
 — *Josephinia*, Risso (*N. olla*, Serr.)  
*Pyramidella plicosa*, Bronn.  
*Turbonilla Cocconii*, Font.  
 — *costellata*, Grat.  
 — *subumbilicata*, Grat. in Hörn.  
 — *pusilla*, var. *præcedens*, Sacco.

- Nisso eburnea*, Risso.  
*Pyrgolampis Taurinensis*, Sacco, var. *Dertonensis*, Sacco.  
*Eulima subulata*, Donovan.  
 — *lactea*, Lamk. in Grat.  
*Cerithium vulgatum*, Brug.  
 — *Europæum*, May.  
 — *Lapugyense*, May.  
 — gr. *turonicum*, May.  
 — *crenatum*, Broc.  
 — *Bronni*, Partsch.  
 — *mutabile*, Grat., var.  
 — gr. *rupestre*, Risso.  
 — cf. *fraterculum*, May.  
 — *galliculum*, May.  
 — sp.  
 — sp.  
*Bittium reticulatum*, da Costa.  
*Cerithium scabrum*, Olivi, var. *Comitatensis*, Font.  
*Melanopsis* gr. *buccinoides*, Fer. in Grat.  
*Aporrhais pespelecani*, Linn.  
*Turritella cathedralis*, Brong.  
 — (*Proto*) *rotifera*, Desh.  
 — *terebralis*, Lamk.  
 — *gradata*, Menk.  
 — *subangulata*, Broc., var.  
 — *acutangula*, Broc. in Grat.  
 — *bicarinata*, Eichw.  
 — *Archimedis*, Brong.  
 — *quadricarinata*, Broc.  
 — *communis*, Risso, var.  
 — *Cabrierensis*, Fisch. y Tourn.  
*Vermetus arenarius*, Lin.  
*Scalaria tenuicostata*, Mich., var. *Michaudi*, Font.  
 — *Turtonis*, Turt., var.  
 — *lanceolata*, Broc.  
*Solarium millegranum*, Lamk.  
 — sp.  
*Adeorbis Woodi*, Hörn.?  
*Phorus testigerus*, Bronn.

- Phorus Deshayesi*, Micht.  
*Neritina concava*, Fer.  
 — *pisiiformis*, Fer.  
 — *picta*, var. *Zonata*, Grat.  
 — sp.  
*Rissoa Lachesis*, Bast.?  
 — sp.  
*Rissoina pusilla*, Broc.  
 — *Bruguierei*, Payr.  
*Trochus* gr. *crispulus*, Phil.  
*Turbo tuberculatus*, Serr.  
*Chanculus Aaronis*, Bast.  
*Delphinula rotelliformis*, Grat., var. *lævis*, Phil.  
*Rotella nana*, Grat.  
*Truncatella* sp.  
*Circulus* sp.  
*Assiminea* sp.  
*Cyclodostomia cingulata*, Dod.  
*Capulus Aquensis*, Grat.  
*Dentalium Jani*, Hörn.  
 — *Michelottii*, Hörn.  
 — *tetragonum*, Brocc.  
 — *dentalis*, Lin.  
 — sp.  
*Melampus* sp.  
*Cylichna umbilicata*, Mont., var.  
*Volvula acuminata*, Brug., var.  
*Actæon tornatilis*, Lin.  
 — sp.  
*Retusa truncatula*, Brong.  
*Bullina Lajonkairiana*, Bast.  
*Ostrea* sp.  
*Anomia phippium*, Lin.  
*Pecten* sp.  
 — sp.  
 — *galloprovincialis*, Math.  
 — *subpleuronectes*, d'Orb.  
*Arca Noæ*, Lin.  
 — *umbonata*, Lamk.

- Arca lactea*, Lin.  
 — *diluvii*, Lamk., var.  
*Leda pellucida*, Phil.  
 — sp.  
*Pectunculus pilosus*, Lin., var.  
*Chama* sp.  
*Cardium turonicum*, May.  
 — sp.  
*Lucina miocenica*, Mich., var. *Catalaunica*, A. y B., cc.  
 — *dentata*, Bast., cc.  
 — *ornata*, Agas., var.  
 — *columbella*, Lamk.  
*Loripes leucoma*, Turt.  
*Diplodonta apicalis*, Phil., c.  
*Cardita scalaris*, Sow., var.  
*Venus Dujardini*, Hörn.  
 — *plicata*, Gmel.  
*Cytheræa rudis*, Poli.  
 — sp.  
*Tellina donacina*, Lamk.  
 — *crassa*, Penn., var.  
 — sp.  
*Ervilia pusilla*, Phil.  
*Corbula revoluta*, Broc.  
 — *carinata*, Duj.  
 — *gibba*, Olivi, c.  
*Trochocyatus latero-cristatus*, M. E., c.

Al principio del barranco esta hilada es de origen salobre en su nivel más elevado, y consiste en un depósito margo-arenoso, sobre el cual está edificada la casa Vendrell, y está en contacto de la caliza tortoniense inferior con políperos. Contiene, entre otros fósiles, *Mastra podolica* var. y varias especies cáspicas de *Cardium*.

Este es el nivel que precede al banco de que hemos hablado más arriba. Las especies recogidas en este punto son las siguientes:

- Ditrupa* sp.  
*Murex* sp.  
*Fusus spinifer*, Bellardi, var.

- Nassa tumida*, Eichw., var.  
 — *helicina*, Broc.  
 — sp.  
*Pereiræa Gervaisi*, Véz., r.  
*Rostellaria Dordariensis*, A. y B., tipo de la *R. dentata*, Grat.  
*Turritella cathedralis*, Brong.  
 — *pusio*, Fisch. y Tour.  
*Nerita Plutonis*, Bast.  
*Melanopsis costata*, Fer.  
*Calyptæa chinensis*, L.  
*Ostrea* sp.  
*Arca diluvii*, Lamk.  
 — *lactea*, Lamk.  
 — *dichotoma*, Hörn.  
*Leda commutata*, Phil.  
 — *fragilis*, Chem.  
 — aff. *nitida*, Broc.  
 — sp.  
*Cardium* cf. *turonicum*, Micht.  
 — *multicostatum*, Broc.  
 — cf. *Michelottianum*, May.  
 — (6 esp. dif.)  
*Hemicardium* sp.  
*Lucina spinifera*, Mont.  
 — *dentata*, Bast.  
 — *miocenica*, Mich., var. *Catalaunica*, A. y B.  
*Venus multilamella*, Lamk.  
*Cytherea pedemontana*, Agass., var. *minor*.  
*Tellina planata*, Lamk.  
*Mastra podolica*, Eichw., var., c.  
*Ervilia pusilla*, Phil.  
*Thracia* sp.  
*Corbula gibba*, Olivi, etc.

Subimos el valle por el flanco opuesto, siguiendo el camino de la Vern á Sau Pau. Después de haber atravesado este pueblo, encontramos las capas de molasa margosa amarillenta, de arrecife, con *Lithothamnium*, políperos, *Venus Aglauræ*, *Pecten*, etc., buzando fuertemente (35°) hacia el fondo del valle, y constituyendo la colina

Mata-Pujó (415 metros), que separa el valle de San Pau de Ordal de la cuenca general del Panadés, y continúan hasta el camino de San Sadurní de Noya. Este horizonte corresponde á las capas de arrecife ó Leithakalk del segundo tramo mediterráneo.

He aquí la lista de las especies que en él se encuentran:

#### Sirenidos.

*Halitherium fossile*, Cuv.

#### Moluscos.

*Pereiræa Gervaisi*, Vézian.

*Rostellaria Dordariensis*, A. y B.

*Cypræa pyrum*, Gm.

*Turritella cathedralis*, Brong.

*Cerithium pictum*, Bast.

*Ostrea Welschi*, Kilian.

— *gingensis*, Schloth.

*Pecten Fuchsi*, Font.

— *substriatus*, d'Orb.

— *bifidus*, Münster.

— *Opercularis*, Lamk.

— *Zitelli*, Fuchs.

— *varius*, Lamk.

*Mytilicardia elongata*, Brong., var., c.

*Cardium* sp.

*Venus Aglauræ*, Brong., c.

*Mytilus Michelini*, Math., var.

*Lithodomus lithophagus*, L.

— *minimus*, Locard.

*Jouannetia Papiolina*, Véz.

#### Briozoarios.

*Escharoides monilifera*, M.-Edw.

*Ceripora* sp.

#### Antozoarios.

*Septophyllia panteniana*, Catulli.

*Phyllocæmia superstes*, Michelotti.

*Cyathomorpha rochelina*, Michelin.

*Heliostræa DeFrancei*, E. H.

— *Ellisiana*, DeFranc.

— *plana*, Mich.

#### Algas.

*Lithothamnium* sp., etc.

Subiendo el camino de San Sadurní á partir de la cruz, dejamos atrás las arenas pontienses, y después de éstas encontramos una trinchera abierta en las calizas de políperos para la construcción del camino, en la que se manifiesta la continuación del arrecife de San Pau que acabamos de ver. Continuando la marcha cortamos otra vez la serie de alto abajo. En la trinchera abundan los moldes de *Venus Aglauræ* y los políperos, formando un verdadero arrecife fajado, que recuerda, según M. Deperet, el de Autignac, único conocido en Francia.

Por debajo vienen alternancias de bancos de arena y caliza con facies coralígena, repitiéndose tres veces con el mismo buzamiento. Los dos primeros bancos de arena tienen de 1<sup>m</sup>,50 á 2 metros de espesor; el segundo presenta en su parte superior un depósito de cantos de ribera acompañados de un banco de *Ostrea crassissima* y *O. gingensis*. El tercero, que tiene 3 metros de espesor, y el cuarto, que tiene 25, casi no tienen fósiles, á excepción de algunas *Anomia*. Por el contrario, los bancos de caliza intercalados, de 1<sup>m</sup>,50 á 2<sup>m</sup>,50 de espesor, aparecen cuajados de impresiones de fósiles litorales, sobre todo de lamelibránquios, formando una verdadera lumaquela. Contienen, además de *Ostrea*, *Anomia*, *Pecten*, briozoarios, *Nulliporos* (*Lithothamnium*), asociados á foraminíferos (*Operculina*) y á equinidos (*Clypeaster*, *Scutella*, etc.) Las especies que se han podido determinar son las siguientes:

*Cerithium pictum*, Bast.

*Ostrea crassicosta*, Sow.

— *digitalina*, Dub.

*Pecten* sp.

— *Fuchsi*, Font.

*Cardita* sp.

*Cardium* sp.

*Lucina columbella*, Bast.  
*Lucina ornata*, Agass., var.  
*Tellina* sp.  
*Scutella Lusitanica* (?), de Lorient.  
*Clypeaster intermedius*, Micht., etc.

Es necesario observar que estas alternancias de bancos de arena y de caliza son, por su posición estratigráfica, por la facies y la situación geográfica, el equivalente exacto de la Leithakalk de la cuenca de Viena.

Desde el collado inmediato, situado á 390 metros de altitud en las arenas inferiores, se desarrolló á nuestra vista el hermoso panorama de la cuenca del Panadés: la cordillera triásica, peleozóica y numulítica que lo limita por el N., en la que se destaca la característica silueta del Montserrat, y en el fondo los Pirineos. Por debajo de las arenas viene una serie de bancos de caliza molásica ó compacta y grumosa, alternando con margas y arcillas amarillentas ó azules, constituyendo casi toda la vertiente N. de la colina Mata-Pujó, que se eleva á 240 metros. Este nivel contiene el *Pecten Gentoni* en abundancia. La *Pereiræa Gervaisi* y la *Ostrea gingensis* reaparecen en diversos niveles en las capas margosas de toda esta vertiente.

El buzamiento de las capas hacia el S. disminuye á medida que vamos bajando; hacia la mitad de la vertiente aparecen horizontales. Al nivel de la casa Rigolt se manifiesta una falla que pone en contacto la caliza helvética y el Oligoceno. Descendiendo se ven todavía otras fallas, y se llega á la falla general del Panadés, que ha producido el último hundimiento de este lado de la cuenca.

Esta serie de capas corresponde á la base del segundo tramo mediterráneo (Helvético) ó nivel de Grund. He aquí las especies que se han encontrado:

*Halitherium fossile*, Cuv.  
*Carcharodon auriculatus*, Blainv.  
*Aturia* sp.  
*Rostellaria Dordariensis*, A. y B. (del tipo de la *R. dentata*, Grat.)  
*Pereiræa Gervaisi*, Véz.  
*Murex* gr. *scalaris*, Broc.  
*Triton* cf. *corrugatus*, L.  
*Ranella marginata*, Brong.

*Cancellaria calcarata*, Broc., var. *quadrulata*, A. y B.  
*Pyrula magna*, A. y B.  
*Terebra neglecta*, Micht.  
*Nassa* sp.  
*Columbella curta*, Bell.  
*Conus canaliculatus*, auct.  
*Pleurotoma asperulata*, Lamk.  
— *denticula*, Bast.  
— *Jouanneti*, Desm.  
— *Olivicæ*, Hörn. y Auing.  
*Voluta rarispina*, Lamk.  
*Mitra scrobiculata*, Broc., var.  
— *striatula*, Broc., var.  
— *goniophora*, Bell.  
*Natica helicina*, Broc.  
— *redempta*, Micht.  
*Conus Tarbellianus*, Grat.  
— *virginalis*, Broc.  
*Turritella turrix*, Bast.  
— *cathedralis*, Brong.  
*Cerithium* gr. *thiara*, Grat.  
*Ostrea gingensis*, Schlot.  
— *crassissima*, Lamk.  
— *digitalina*, Dub.  
*Anomia costata*, Broc.  
*Pecten Gentoni*, Font.  
— *Fuchsi*, Font.  
— *Vindascinus*, Font.  
— *Tournali*, Serres.  
— *galloprovincialis*, Math.  
— *subpleuronectes*, d'Orb.  
— *elegans*, Andr.  
— *pusio*, Lamk.  
— *substriatus*, d'Orb.  
— cf. *opercularis*, Lamk.  
*Avicula Studeri*, Agass.  
*Mytilus Michelini*, Math., var.  
*Arca diluvii*, Lamk., var.  
*Cardium Burdigalinum*, Lamk., var.

*Cardium* sp.  
*Lucina miocenica*, Mich., var. *Catalaunica*, A. y B.  
 — *columbella*, Bast.  
 — *ornata*, Agass., var.  
*Cardita Deshayesi*, Hörn.  
*Venus Dujardini*, Hörn.  
*Lutraria sanna*, Bast.  
*Tellina* sp.  
*Psammodia* sp.  
*Solecurtus coarctatus*, Gm.  
*Corbula gibba*, Olivi.  
 — *carinata*, Dujard.  
*Panopæa Menardi*, Desh.  
*Schizaster* sp.

En fin, las capas pertenecientes al segundo tramo mediterráneo terminan abajo en el arroyo Lavernó por un banco de *Scutella Lusitanica* (?), de Loriol, que se extiende bajo la llanura hacia el N. hasta el río Noya, cerca de la casa Codorniú.

Por debajo de la casa Rigolt se observa que el substratum del Helvético consiste en arcillas rojas, arenosas, lignitíferas, con yeso y pirita en la parte inferior. Pertenecen al Aquitaniense lacustre. El Helvético se apoya sobre el Aquitaniense siempre por falla, según se ve en el camino que hemos seguido y sobre la línea del camino de hierro. Pero sobre todo cerca de la extremidad del túnel abierto en el Oligoceno, es donde se ve muy claramente la falla. Las especies encontradas en estas capas oligocenas hasta el presente son las que siguen:

*Cricetodon antiquum*, Pomel.  
*Acerotherium lemanense*, Blainv.

Determinadas por M. Deperet después:

*Melanopsis* cf. *subbullata*, Said.  
*Nystia Duchasteli*, d'Arch.  
*Hydrobia Dubuissoni*, Bouill.  
*Neritina Aquensis*, Math.  
*Helix* sp.  
*Ancylus* cf. *deperditus*, Desm.

*Limnæa pachygaster*, Thom.  
 — *subbullata*, Font.  
*Planorbis declivis*, Braun.  
 — *Bouillensis*, Font.  
 — sp., etc.

En fin, este depósito aquitaniense, lo mismo que el Helvético, descansa en discordancia por transgresión sobre el Cretáceo inferior (Aptiense-Barreмиense), sobre el cual está construido el antiguo fuerte y el pueblo de Subirats.

Dejamos estas formaciones á la derecha, y continuando nuestro camino seguimos por el Helvético hasta la estación de San Sadurn de Noya, edificada sobre las arcillas azules piritosas con *Schizaster* é intercalaciones de bancos de caliza con *Venus Dujardini*.

Octubre de 1898.

J. ALMERA.

## XVI

## NOTA ACERCA DE LA DOLOMÍA DE CATALUÑA

## Y DE LOS PIRINEOS

La excursión verificada al O. de Villafranca ha completado con nuevos ejemplos mis impresiones acerca de las relaciones de la dolomía análoga á la Haupt-Dolomit de los Alpes Orientales y de Sorrento. Tanto en Cataluña como en los Pirineos en general, esta dolomía parece proceder, por un efecto químico, de la transformación de capas de diversos horizontes; en dos palabras, ésta es una zona de metamorfismo, que lo mismo llega hasta el Lias como puede alcanzar la base del Cenomanense. Las capas están, por lo demás, cruzadas por numerosas fallas que producen contactos bruscos entre la dolomía y los estratos de diferentes horizontes. Según se consideren preferentemente estos accidentes, ó que se trate de investigar las relaciones de superposición de los diversos horizontes, se estará dispuesto á aceptar la clasificación del Sr. Almera ó la que ha parecido más probable á otros geólogos. En la conclusión formulada más arriba, acepto todos los hechos comprobados y he tratado solamente de ponerlos de acuerdo comparando los diversos cortes sobre el terreno.

Este procedimiento de conciliación me parece aplicable á todas las discusiones relativas al Haupt-Dolomit, que tan frecuentemente es la base de las rocas secundarias de regiones muy considerables. En los Pirineos se ha clasificado la dolomía en todos los terrenos desde el Cambriano; con frecuencia se desarrolla también en el Jurásico, pero se ha buscado en vano el Lias en su base; su irregularidad es un carácter muy notable. Las *Bithynia* parecen desempeñar el mismo papel que el *Turbo solitarius* en la Haupt-Dolomit.

En resumen: la dolomitización parece desempeñar en los Pirineos y en los Alpes un papel análogo á la formación del granito, y ha ocasionado, necesariamente, ilusiones de primera impresión que los admirables trabajos de los geólogos catalanes pueden contribuir á disi-

par. La formación de la dolomía, como la del granito, parece continuar á través de las edades geológicas en Cataluña, y puede explicar el carácter en bolsadas de sus capas y los movimientos complicados de sus numerosas cuencas. La Geología química me parece destinada á esclarecer estos fenómenos todavía misteriosos.

Octubre de 1898.

STUART MENTEATH.

## XVII

## LOS TERRENOS NEÓGENOS DE BARCELONA

## 1.º—Terreno plioceno.

El Plioceno se manifiesta en los alrededores de Barcelona, exactamente como en el Mediodía de Francia y en Argelia, es decir, en forma de golfos ó de *fords*, más ó menos extensos, que penetran en el fondo de los valles bajos actuales, donde los depósitos pliocenos marinos descansan en discordancia sobre una cualquiera de las formaciones más antiguas.

Así es que bajo la misma ciudad, y bajo los arrabales de Barcelona, los depósitos pliocenos rodean como á una isla la colina miocena del castillo de Montjuich y se apoyan al O. directamente sobre el granito y las pizarras paleozóicas del macizo del Tibidabo. El Sr. Almera nos ha hecho ver en el pueblo de Sans el Astiense margo-arenoso con *Lithothamnium* y *Pecten cristatus*, representando una facies tranquila del Plioceno medio constituida á pequeña distancia del litoral; mientras que el barranco de Esplugas nos ha mostrado, mucho más cerca de la escarpa granítica, una facies de la misma edad mucho más basta, constituida por guijarros y arenas graníticas con *Pecten scabrellus*, *bollenensis*, *benedictus*, *Balanus*, *Ostras*, etc. Las capas de Esplugas me han parecido completamente idénticas á las superiores del Plioceno marino de Millas y de Banyuls des Aspres (Rosellón), que he descrito bajo el nombre de arenas grises con *Pecten scabrellus*. En Esplugas, como en el Rosellón, estas capas terminales del Plioceno marino están cubiertas inmediatamente por limos continentales amarillentos que representan los depósitos pluvio-terrestres con *Mastodon arvernensis* é *Hipparium crassum* de los alrededores de Perpiñán. Estas capas limosas del Plioceno medio (1)

(1) Los limos fluvio-continentales del Plioceno medio desempeñan, á mi entender, en la geología de la región litoral de Cataluña, entre Barcelona y la frontera francesa, un papel de primer orden, que no ha sido suficientemente aclarado. No solamente estos limos, más ó menos arenosos, llenan la

son poco gruesas en Esplugas; el Sr. Bofill nos ha asegurado que había recogido, no lejos de este punto, un diente de Mastodonte.

En el valle bajo del Llobregat el mar plioceno ha penetrado profundamente hasta un poco más allá del Papiol, y ha depositado al pie de este pintoresco pueblo, en una ensenada de terrenos miocenos, gruesas capas de arcillas azules *plesancienses* con fauna variada: *Turritella subangulata*, *Nassa semistriata*, *Corbula gibba*, *Venus multilamella*, *Pleuromectia cristata*, *P. comitata*, numerosas Pleurotomas, etc. La facies de este yacimiento y de esta fauna me han recordado de una manera notable la facies de Théziers (Gard) y de las arcillas con políperos de Saint-Restitut (Drôme).

Algunos kilómetros más arriba en el valle, cerca de Castellbisbal, afloran, descansando sobre el Aquitaniense rojo continental, por intermedio de un conglomerado de base, arcillas azules y amarillas, donde el Sr. Almera ha descubierto la fauna de las capas de Congerías del valle del Ródano (*pequeñas Congerías*, *Neritinas*, *Melanias*, *Melanopsis Neumayri*, *Linnocardium*). Tenemos aquí, como en Bollène y Théziers, la facies pliocena de esta formación cáspica; la demostración decisiva de la edad pliocena de estas capas de Congerías del Llobregat, la suministra la presencia en Papiol, en el seno de las arcillas plesancienses y mezcladas con los elementos marinos de esta fauna, de todas las especies de Castellbisbal que hemos podido recoger bajo la dirección del Sr. Almera. Podría pedirse aquí investigar si las capas amarillentas de Congerías no son una simple facies lateral de las capas de Papiol, debido á la existencia en el fondo del golfo marino de un estuario del Llobregat plioceno.

## 2.º—Terreno mioceno.

1.º PONTIENSE.—El Mioceno superior, de facies continental, ocupa vastas extensiones en las cuencas del Llobregat y de la ribera del

depresión de Figueras ó del Ampurdán, cuenca simétrica de la del Rosellón, al S. del eje cristalino de los Pirineos orientales, sino que se refieren todavía á estas mismas formaciones y no al Cuaternario, como se ha hecho con frecuencia, á causa de su facies idéntica, los limos amarillentos que llenan las cuencas por hundimiento alineadas en rosario en el eje del macizo antiguo del litoral catalán. Me parece que hay grandes probabilidades de que se habrán de encontrar algún día en estos depósitos yacimientos de mamíferos fósiles análogos á los del Rosellón.

Besós, al N. del macizo antiguo del litoral (Vallès-Panadés). Cerca de Sardanyola hemos podido estudiar este tramo, compuesto de guijarros torrenciales, mezclados con limos, que recuerdan por su facies los guijarros y limos con *Hipparium gracile* de Cucuron y de la meseta de Valensole, en la cuenca de la Durance. El Sr. Almera ha descubierto, no lejos de Tarrasa, los mamíferos de la fauna del monte Leberon (*Hipparium gracile*, *Mastodon longirostris*, *Micromeryx*, etcétera).

Las condiciones continentales comprobadas generalmente al fin del Mioceno, en el Languedoc, Provenza, el N. de Italia, Grecia, etc., tienen, pues, en Cataluña su reproducción perfecta.

En la pequeña cuenca terciaria litoral de Villanueva y Geltrú, al SE. de Barcelona, el Sr. Almera nos ha hecho ver, por encima del Tortoniense marino, una gruesa serie de calizas laguno-lacustres con *Potamides tricinctus*, Broc.; *Hydrobia*, *Bithynia* aff. *leberonensis*, *Helix*, etc., cuya edad pontiense no me parece establecida de una manera definitiva desde el punto de vista paleontológico. Nuestro compañero M. Zurcher me enseñó hace algunos años una colección correspondiente á una fauna análoga, con *Potamides tricinctus*, procedente de Majastres y de Levens (Bajos Alpes), en calizas situadas á un nivel inferior al de los guijarros con *Hipparion* de la planicie de Valensole. Estoy inclinado, pues, á pensar que estas calizas representan, ó un accidente lagunar en lo alto del Tortoniense, ó á lo más del Sarmático.

2.º SARMÁTICO.—La cuestión de la equivalencia exacta en la cuenca del Mediterráneo occidental, del importante *piso sarmático* de los geólogos de Oriente, es una de las más difíciles de precisar en la actualidad en la estratigrafía miocena. Me ha sido imposible, á pesar de las investigaciones en ese sentido, descubrir en la cuenca del Ródano un equivalente paleontológico de este gran horizonte, y he debido limitarme á suponer que su paralelismo es semejante al de las capas marinas terminales del *segundo piso mediterráneo*, situadas en el Delfinado ó en la Provenza inmediatamente por debajo de las capas pontienses con *fauna de Pikermi*. En los alrededores de Barcelona los descubrimientos del Sr. Almera representan un importante progreso para la solución de esta delicada cuestión. Cerca de Sardanyola hemos observado el Tortoniense marino marcadamente litoral, con bancos de *Ostrea crassissima*, *Venus plicata*, grandes *Conus*, *Turritellas* del tipo *vermicularis*, pequeños *Cardium*

y numerosos moldes y jacillas de *Cerithium pictum*; la *facies sarmática* se reduce aquí á esta última especie, que está lejos de ser característica del piso, y en todo caso no hay separación de los dos niveles, sino mezcla de los dos elementos fáunicos en los mismos bancos.

En San Pau de Ordal, en la cuenca del Panadés, el piso sarmático está mejor caracterizado: se observa á notable altura, por encima de las margas tortonienses con *Pereiræa Gervaisi*, *Rostellaria Dordariensis*, *Protorotifera*, *Ancilla glandiformis*, *Pleurotoma Jouanneti* y *asperulata*, un horizonte margoso-fosilífero con *Cerithium pictum*, *C. bidentatum*, *Turritella gradata*, *Natica Josephinia*, asociadas á tipos francamente sarmáticos, como *Ervillia podolica*, *Mactra podolica*, y cubriendo un banco de pequeñas *Ostrea gingensis* y *digitalina*; el Pontiense continental viene inmediatamente por encima. Hay, pues, en esta localidad un verdadero nivel estratigráfico *sarmatiense*, pero con una facies más marina que en la región del mar sarmático de Oriente. El Sarmático no parece ser, en resumen, más que el Tortoniense superior, y esta observación está conforme con la fauna de mamíferos terrestres del piso que en la cuenca de Viena contiene las especies de la *fauna de Sansan*, es decir, del segundo piso mediterráneo.

5.º SEGUNDO PISO MEDITERRÁNEO (VINDOBONIENSE).—La colina aislada de Montjuich que domina la ciudad y el puerto de Barcelona es un buen ejemplo del conjunto de este piso, comprendiendo á la vez el Helvético con *Turritella turris* en la base y el Tortoniense con *Turritella bicarinata*, *Cardita Jouanneti*, var. *læviplana*, hacia la cumbre (fauna de Cabrières-d'Aigues). Antes de los derrubios prepliocenos que han aislado la colina, las capas de Montjuich debían apoyarse directamente sobre el macizo antiguo en ausencia del primer piso mediterráneo, del que no existe ningún indicio. Este es un nuevo ejemplo manifiesto de la transgresión del segundo piso mediterráneo con relación al primero, y viene en apoyo de comprobaciones semejantes que han podido hacerse de una manera general en Languedoc, á lo largo del borde oriental de la Planicie central, en el Jura, en Souabe, etc., es decir, sobre todo el *Vorland* de la cordillera alpina.

Hemos observado igualmente el segundo piso mediterráneo en superposición al primero en la gran cuenca del Panadés sobre la parte opuesta occidental del macizo litoral. Se compone aquí esencialmen-

te de margas azules y de molasa amarilla margo-arenosa con mol- des de bivalvas que recuerdan completamente la facies del *safre* del Languedoc y de la Baja Provenza. Cerca de San Pau de Ordal, sobre el camino de San Sadurni, el Sr. Almera nos ha enseñado, hacia la parte superior del piso, un verdadero y pequeño arrecife de polipe- ros, en todo semejante al arrecife de Autignac, en el fondo del golfo mioceno del valle del Hérault: estos arrecifes coralíferos miocenos son bastante raros en nuestras comarcas para merecer mención es- pecial.

4.º PRIMER PISO MEDITERRÁNEO (BURDIGALIENSE).—El descubrimien- to del Burdigaliense en Cataluña es una de las más importantes com- probaciones recientes del Canónigo Sr. Almera.

Este piso no ocupa más que una superficie muy reducida sobre el borde oriental del Panadés, al S. de la pequeña ciudad de Villafran- ca. A la desembocadura del macizo urgo-aptiense, en el llano del Panadés, hemos visto descansar directamente sobre las calizas se- cundarias un conglomerado de elementos calizos locales de cerca de 100 metros de potencia, cubierto por una caliza dura, con innume- rables *Lithothamnium* y grandes *Ostrea*. En el barranco de los Mon- jos esta misma caliza contiene numerosos *Pecten præscabriusculus*, *P. subbenedictus*, *Echinolampas* y briozoarios, es decir, la fauna carac- terística del Burdigaliense superior del valle del Ródano. La facies de las capas recuerda de una manera notable la de la molasa caliza del pie de Leberon y de la cuenca de Forcalquier. No he observado ningún indicio de la molasa arenosa del Burdigaliense inferior con *Pecten Davidi*: como en muchos puntos de la cuenca del Ródano, el Burdigaliense superior es aquí transgresivo sobre este último hori- zonte.

5.º AQUITANIENSE.—Haré mención, para terminar, de una im- portante formación continental (capas rojas con conglomerados in- tercalados) que hemos observado en el fondo de la ensenada pliocena del Llobregat cerca de Martorell. Esta formación torrencial parece desempeñar un papel muy importante á lo largo del borde meridio- nal del Panadés; pero queda perfectamente independiente de las for- maciones eocenas y oligocenas del gran sinclinal numulítico subpi- renáico. El Sr. Almera ha tenido la fortuna de poder fijar la edad de esas capas rojas por el descubrimiento de mamíferos (*Sciurus Feig- nouxi*, *Cricetodon antiquum*, *Dremotherium*, *Acerotherium*), que pa- recen corresponder á la fauna aquitaniense de Saint-Gerand le Puig.

Y es curioso recordar que formaciones análogas y de la misma edad desempeñan un papel importante en Argelia (gran kabila, cuenca de Bouira, cuenca de Costantina, etc.)

Octubre de 1898.

CHARLES DEPÉRET.

M. L. CAREZ presenta las observaciones siguientes:

La excursión de Castellvi de la Marca nos ha mostrado una suce- sión de las más interesantes:

1. Dolomia negra (jurásica).
2. Caliza urgoniana con *Requienia*.
3. Calizas y margas con *Horiopleura* y *Polyconites* con fauna ap- tiense bien caracterizada, y cuya lista se debe al Sr. Almera.

Este corte es idéntico al de San Pau de Fenouillet (Pirineos orien- tales), que he descrito en la reseña de la reunión de Corbières en 1892; demuestra una vez más lo que no he dejado de repetir desde hace muchos años, á saber: que la zona de *Horiopleura* y *Polyconi- tes* pertenece al Aptiense y no al Gault. Lo mismo en San Pau que en Castellvi no solamente los fósiles que acompañan á los *Horio- pleura* y *Polyconites* son aptienses, sino que la fauna aptiense se con- tinúa aún en las capas más recientes.

Las fallas son tan numerosas en las cercanías de Castellvi como en las costas de Garraf: una bonita falla curva con superficie lisa bien marcada que pasa cerca de la iglesia, atrae particularmente la atención. Creo interesante, por lo demás, hacer notar la diferencia esencial desde el punto de vista tectónico entre el macizo secundario de Garraf-Villafranca y la región primaria de las cercanías de Barce- lona. En esta última las fallas son muy raras, ó por lo menos ejer- cen poca influencia sobre la estructura general, mientras que los pliegues adquieren una intensidad considerable y las inversiones son, por decirlo así, la regla general.

Por el contrario, en la zona secundaria las fallas verticales ú obli- cuas están en prodigiosa abundancia; han dividido el macizo en una serie de compartimentos que han saltado los unos con relación á los otros, observando casi siempre una posición próxima á la horizon- tal. Los pliegues y las inversiones no desempeñan aquí más que un papel accesorio.

## XVIII

## EL CRETÁCEO SUPERIOR DEL VALLE DE LA MUGA (GERONA)

Una buena parte del Cretáceo superior del N. de España, á semejanza de el del Mediodía de Francia, ha sido referido á una época más reciente después de detenido estudio por distinguidos geólogos: ciertas capas, consideradas antes como turonenses, se incluyen hoy día en el Senonense; y los diferentes niveles que se acusan en el conjunto del Cretáceo superior español, han sido hábilmente delimitados por M. Douvillé, gracias á sus excelentes estudios sobre la estructura de los Rudistos. Este importante servicio, hecho á la Geología en general, me da ocasión para manifestar mi reconocimiento por los progresos que se han conseguido en la geología de Cataluña, determinando de una manera precisa la equivalencia entre sus hileras y las de la parte meridional de Francia.

Pero de todas las regiones en que la nueva clasificación se impone, ninguna otra experimenta más profunda modificación que la faja cretácea del valle de la Muga (provincia de Gerona), descrita hace veinte años en mi Memoria *Sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña*. M. Douvillé, modificando las determinaciones específicas que entonces se hicieron de mis ejemplares de Rudistos por otros sabios paleontólogos, ha anulado las consideraciones que me condujeron á admitir la existencia del Senonense inferior *lacustre*, descansando sobre los sedimentos que se creían turonenses.

En mi trabajo citado indicaba muchas veces las analogías notables que había observado entre la fauna de ese supuesto *Senonense inferior lacustre* y la del Garumnense catalán; pero la presencia del falso Turonense inmediatamente debajo de él, la dificultad de admitir aquí una interrupción en toda la duración del Senonense, y, por último, el hecho de que existe en Francia el *Senonense lacustre* en la formación lignitífera de Beausset, todo ello hacía admisible la idea de que este *Senonense lacustre* existía también en los Pirineos españoles en el valle de la Muga.

Esta idea veremos bien pronto que no debe abandonarse; pero la nota que tengo el honor de presentar á la Sociedad tiene por objeto

demostrar que las hileras que yo pensaba entonces poder representarle no le representaban, pues son *garumnenses*. El banco con *Hippurites cornuvaccinum* y *H. sulcatus*, que ha pasado á ser, por los estudios de M. Douvillé, banco con *H. Archiazi* y *H. Heberti*, no es *turonense*, sino *campaniense*, según el estado actual de nuestros conocimientos. Las capas muy fosilíferas que le son inferiores no son tampoco turonenses, pasan á ser *santonienses*, y en estas hileras santonienses *marinas* es donde existe una hilada *lacustre* que ocupa también parte del lugar que se ha hecho abandonar á las que hoy se consideran *garumnenses*.

He aquí, pues, descrito en orden descendente el corte (fig. 55) de esta interesante localidad, tal como yo la considero.

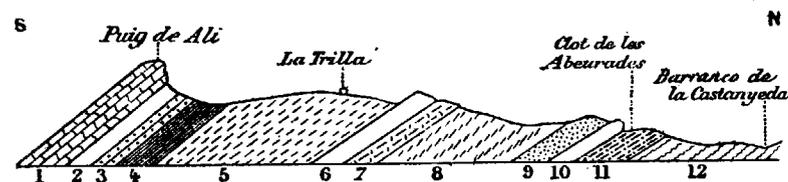


Fig. 35.—Corte de la faja cretácea de Carbonils: longitud, 2 kilómetros; alturas libres.

**GARUMNENSE.** 1.—Calizas subcompactas, blanquecinas. Forman la cumbre del Puig de Ali, que se eleva á unos 90 metros sobre la posesión de La Trilla.

2.—Calizas arcillosas agrisadas.

3.—Margas amarillentas, color de heces de vino y blanquecinas.

4.—Varias alternancias de areniscas amarillas en bancos de 40 á 50 centímetros de espesor, con margas azules ó negruzcas de un metro á metro y medio de grueso. Indicios carbonosos han dado lugar á exploraciones mineras infructuosas.

*Cerithium* nov. sp.

*Cassiope* nov. sp.

*Nerita Malladæ*, Vidal.

*Neritopsis Goldfussi*, Zekeli sp., género de Oppenheim.

*Actæonella* nov. sp.

*Tornatellæ a* nov. sp.

*Melania stillans*, Vidal.

*Pyrgulifera* cf. *Matheroni*, Roule.

*Dejanira Matheroniana* nov. sp. Siendo la *Dejanira Matheroni*, Vidal, sinónima de la *D. bicarinata*, Stol., he conservado para esta nueva especie el nombre del sabio paleontólogo provenzal.

*Melanopsis* nov. sp.

*Cyrena*, dos especies.

*Cardium Duclouxi*, Vidal.

DORDONIENSE. 5.—Margas arenosas agrisadas ó azuladas: alternancias con areniscas calíferas, pardas, de uno á dos metros de espesor. Esta serie, de un espesor de unos 100 metros, encierra fósiles muy mal conservados.

*Nautilus*.

*Janira quadricostata*, Gein. sp.

*Ostrea Matheroniana*, d'Orb.

*Cassiope* cf. *Renauziana*, d'Orb.

*Diploctenium* cf. *subcirculare*, Mich.

CAMPANIENSE. 6.—Banco de Rudistos que se extiende en las cercanías de la posesión La Trilla hasta la cumbre del costado del N.

*Hippurites Archiaci*, Munier-Chalmas.

— *Heberti*, Munier-Chalmas.

— *Vidali*, Matheron.

*Radiolites Toucasi*, d'Orb.

7.—Margas sabulosas.

*Cassiope* cf. *Renauziana*, d'Orb. sp.

*Cyclolites*.

*Diploctenium*.

SANTONIENSE. 8.—Arenisca calífera parda alternando muchas veces con margas arenosas grises. La arenisca contiene radiolites y esferulites que no se pueden desprender. En las margas existen las especies siguientes:

*Ostrea plicifera*, Duj., var. *spinosa*, Math.

— *caderensis*, Coq.

*Pachygira labyrinthica*, Mich. sp.

*Diploctenium lunatum*, Mich.

9.—Arenisca de granos gruesos sobre un banco de marga sabulosa.

10.—Caliza con Rudistos: *Hippurites canaliculata*, Rol.

11.—Margas y calizas margosas grisáceas ó azuladas.

*Rhynchonella Lamarckiana*, d'Orb.

*Janira quadricostata*, Gein. sp.

*Placocænia*.

*Terebratula Nanclasi*, Coq.

12.—Margas verde sucio potentes.

*Pecten*.

*Ostrea plicifera*, Duj., var. *spinosa*, Math.

— *caderensis*, Coq.

— *priorati*, Vidal.

Estas margas santonienses, más al S., se hacen muy fosilíferas; en ellas se encuentran:

*Cassiope Coquandi*, d'Orb. sp.

— *Renauziana*, d'Orb. sp.

— cf. *ornata*, Drescher, sp. (in Frech.)

*Turritella difficilis*, d'Orb.

*Corbula striatula*, Goldfuss.

— *Goldfussiana*, Math.

*Mytilus striatocostatus*, d'Orb.

— *Verneuilli*, de Prado.

*Lima semisulcata*, Desh.

*Ostrea caderensis*, Coq.

*Radiolites angulosus*, d'Orb.

*Sphærolites Toucasi*, d'Orb.

— *squamosa*, d'Orb.

— *minor*, Vidal.

*Cyclolites elliptica*, Lamk.

*Columnastræa striata*, Edw. y Hai.

Pero lo que da á estas hiladas santonienses una gran importancia desde el punto de vista de su comparación con las regiones meridio-

nales de Francia, es que existe en el seno de esta formación, y sobre un banco de *Radiolites angulosa* y *Sphaerulites squamosa*, una delgada capa de lignito que contiene, con los gasterópodos y pelecípedos mal conservados, el *Melanopsis galloprovincialis*, Math., tan común en la base de la formación lignitífera de Provenza. Aunque esta especie sea muy rara, no puede menos de reconocerse aquí el horizonte de lignitos de Fuveau. Por esta razón he dicho anteriormente que no renunciaba á la idea de que exista en Carbonils el *Santoniense lacustre*, aunque deba separar de este horizonte las capas llamadas así en el primer estudio y hacerlas subir al Garumnense.

Así, pues, en resumen, la mancha cretácea del valle de la Muga ofrece un buen ejemplo de sucesión en orden normal de los niveles de la creta superior, y encontrándose colocada en la extremidad oriental de la creta de Cataluña, establece geográfica y geológicamente el lazo de unión de la creta española con la del Mediodía de Francia.

Esta mancha está comprendida entre el Trias por el N. y el Numulítico por el S. La montaña de la Mare de Deu del Fau, que es triásica, forma su orilla septentrional y deja al descubierto en su base, por el lado del N., el pórfido granitoide que se extiende al E., formando la montaña de Monguevá.

Su orilla meridional está formada por la serie de crestas eocenas que el río la Muga sigue hasta San Lorenzo de la Muga.

Esta disposición geológica difiere poco de la que figura en el Mapa geológico que acompaña al *Étude stratigraphique des massifs montagneux du Canigou et l'Albène*, publicado por M. Joseph Roussel en 1896 en el *Bulletin des Services de la Carte geologique de la France*, trabajo que abarca una pequeña zona catalana de la vertiente meridional de los Pirineos.

En esta Memoria, de que yo no había tenido conocimiento cuando lei mis observaciones anteriores á la Sociedad geológica reunida en Barcelona, M. Roussel da á conocer por primera vez la presencia del Garumnense en las crestas fronterizas de esta extremidad de la cordillera pirenaica. Pero la semejanza del color rojo de las margas y conglomerados de esta formación con el de las hiladas triásicas, dice este geólogo (pág. 292), ha inducido á error á los que han referido al Trias estos terrenos; y en consecuencia, ha suprimido el Triásico en su mapa sobre toda esta porción de la vertiente meridional de los Pirineos.

Mis observaciones no me permiten aceptar esta conclusión. El Trias existe, en efecto, y sigue paralelamente á la creta fronteriza, y pudiéndosele seguir de E. á O. en una corrida de 20 kilómetros próximamente. Está cortado por el camino de Figueras á la frontera, cerca del puente de Capmany, donde se explotan las calizas del Muschelkalk, y la arenisca abigarrada constituye la sierra de Montroig; pasa al N. de San Lorenzo de la Muga, en Darnius, descansando sobre el granito ó el pórfido, y en contacto por falla con el Cretáceo superior que acabo de describir (fig. 56).

La montaña de Nuestra Señora del Fau, que ya he mencionado,

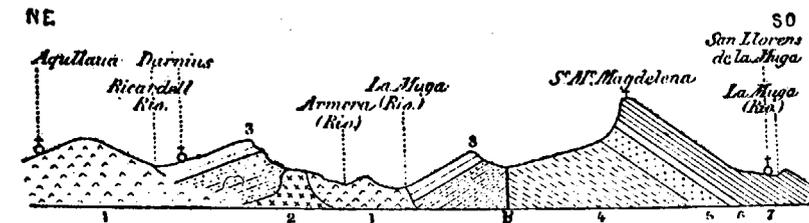


Fig. 36.—Corte de Agullana á San Lorenzo de la Muga: longitud, 42 kilómetros; alturas libres.

4, granito; 2, pórfido; 3, Trias: caliza del Muschelkalk sobre pudingas cuarzosas y margas rojas de la arenisca abigarrada; 4, margas senonenses; 5, Garumnense: areniscas rojas y margas rojizas y amarillentas; 6, Numulítico inferior: caliza con *Alveolinas*; 7, Numulítico medio: margas con *Turritellas*.

situada al N. y muy cerca de la mancha cretácea de Carbonils, se eleva hasta 200 metros de altura cerca de la frontera, presentando un buen ejemplo de los dos pisos del Trias: el *Muschelkalk* y la *Arenisca abigarrada*. Las capas buzan al SO. De arriba abajo se encuentran, bajando por el camino que conduce á Massanet de Cabrenys, las hiladas siguientes:

|                   |   |                                               |
|-------------------|---|-----------------------------------------------|
| Muschelkalk . . . | } | 1 Dolomia gris negruzca y caliza compacta.    |
|                   |   | 2 Carniolas.                                  |
|                   |   | 3 Caliza: hiladas mezcladas con margas rojas. |
|                   |   | 4 Caliza.                                     |

Arenisca abigarrada.....

|   |                       |
|---|-----------------------|
| } | 5 Margas rojas.       |
|   | 6 Pudingas cuarzosas. |
|   | 7 Pórfido.            |

Las pudingas de la Arenisca abigarrada en hiladas rojas, entran en Francia por Constonge.

L. M. VIDAL.

Octubre de 1898.

M. CAREZ cree que las capas de *Hippurites Heberti* è *H. Archiazi* son idénticas á las de Foix y son santonienses y no campanienses, como opina M. Douvillé.

M. DEPÉRET pregunta al Sr. Vidal si la *Melanopsis galloprovincialis* se halla debajo de los últimos *Hippurites*.

El Sr. VIDAL contesta que, en efecto, está por debajo, al contrario de lo que ocurre en Provenza, donde los *Melanopsis* están encima.

M. DEPÉRET añade que, gracias al descubrimiento de ammonites santonienses, se han podido considerar más antiguas en estos últimos tiempos las capas con hippurites de Provenza, y que las capas salobres de Valdonne y Fouveau pudieran ser del Santoniense marcadamente superior; pero en Cataluña habría por encima un nuevo horizonte de hippurites que serían forzosamente campanienses.

## XIX

### SOBRE LA EXISTENCIA DEL TERRENO INFRAIASICO

EN ESPAÑA

POR EL SR. CALDERÓN

La existencia del terreno infraliásico no ha sido aún señalada en España, y, sin embargo, desde la base de los Pirineos hasta Castellón, cerca de la costa mediterránea, y, sobre todo, en la cordillera Ibérica, se extiende una serie de manchas de potentes formaciones de calizas, dolomías y brechas que considero como pertenecientes á dicho terreno. Estas manchas forman con frecuencia áridas mesetas, que han sido clasificadas como correspondientes al límite superior del terreno triásico unas veces, otras como del Lias inferior ó como del Terciario, ó bien han pasado inadvertidas; pero todas ellas tienen notables caracteres de semejanza.

Dichas formaciones se encuentran en los Pirineos de la provincia de Huesca; en diversos sitios de las provincias de Barcelona, Tarragona, Castellón, Teruel (sobre todo en la sierra de Albarracín), Guadalajara y Cuenca; pero no conocemos aún exactamente la extensión de todas estas formaciones, porque no han llamado la atención de los geólogos.

En la provincia de Guadalajara el terreno infraliásico se halla en las cercanías de Sigüenza, en toda la meseta que se extiende entre Alcolea del Pinar hasta Mazarete, á 1300 metros; en la meseta de Molina de Aragón, y en otras más pequeñas de El Pobo, Prados Redondos y Tordellego. Todas estas manchas se corresponden como restos de una gran meseta uniforme.

El terreno infraliásico ibérico está constituido por dos términos ó formaciones concordantes. El término inferior se compone de calizas dolomíticas ó cariolas de color claro, pasando con frecuencia á verdaderas dolomías sacaroides. Esta formación alcanza 400 metros próximamente en Molina de Aragón y en la provincia de Teruel. Al-

guna vez se encuentran, bajo forma de filones en la canchala ó en su base, brechas calizas constituidas por restos de calizas triásicas de magnitud variable, amontonadas más bien que trabadas por un cemento.

El término superior está formado por una caliza compacta, silicea, gris clara, en capas delgadas, con frecuencia llena de agujeros cilíndricos. En el espesor de esta formación se encuentran capas de toba caliza tan bien caracterizadas como la que se forma en nuestros días, pero mucho más compacta, la cual es empleada en Santuste desde la Edad Media como una excelente piedra de molino. Los agujeros de la caliza silicea, como los de la toba, son cilíndricos, según acabo de manifestar, y se cruzan en diversos sentidos; pero con frecuencia son poligonales, con estrías que recuerdan los moldes de equisetáceas. La roca está en algunos sitios de tal modo cruzada de tubos y galerías, que se parece por su aspecto á ciertas

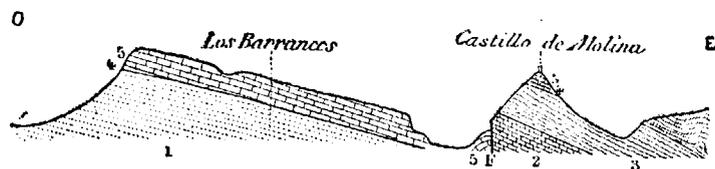


Fig. 37.—Corte por los barrancos y el castillo de Molina: escala de longitudes, 1 : 50000; alturas, 1 : 5000.

lavas ó escorias. No conozco todo el espesor de esta formación: pero en la meseta del S. de Molina pasa de 70 metros.

No hablaré de las facies locales de las rocas y de ciertas capas subordinadas para atenerme á los caracteres más generales del terreno. Los cortes (figs. 57 y 58) representan la sucesión de las formaciones infraliásicas y sus relaciones con el Triás en Molina de Aragón. Se ve que descansan lo mismo sobre la Arenisca abigarrada que sobre el Muschelkalk ó sobre el Keuper. Se ocultan bajo el Lías medio en la planicie de Maranchón y bajo el Cretáceo inferior al SO. de Sigüenza. Generalmente el Infraliás, el Triás y el Jurásico se presentan poco trastornados en la cordillera Ibérica, siendo en apariencia concordante, como ya lo hizo notar M. de Verneuil; sin embargo, he podido apreciar en la meseta del S. de esta ciudad que el Infraliás es á veces marcadamente discordante con las calizas del Muschelkalk con *Chondrites*, sobre el cual descansa.

No he podido encontrar en el Infraliás fósiles determinables: solamente al S. de Molina he hallado una capa de caliza basta interstratificada en la caliza silicea con moldes de un pequeño gasterópodo (sin duda un *Cerithium*) y de *Cypris*, y una impresión de un gran *Planorbis*? y muchas otras parecidas á una gran especie de *Vivipara*. Impresiones semejantes existen en las brechas de la base del terreno.

Este carácter de agua dulce ó salobre del Infraliás ibérico, confirmada por potentes formaciones de toba, me parece notable, sobre

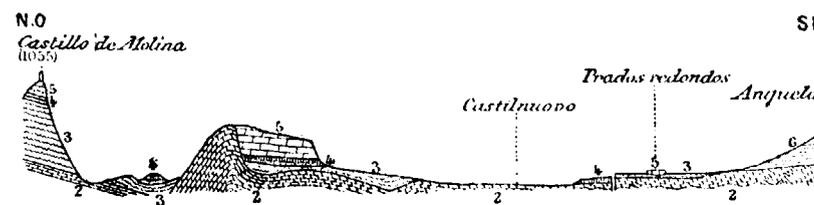


Fig. 38.—Corte por el castillo de Molina y Anquela: escala de longitudes, 1 : 50000; alturas, 1 : 10000.

1, arenisca roja; 2, Muschelkalk; 3, Keuper; 4, caliza dolomítica y brechas (Infraliás); 5, caliza silicea (Infraliás); 6, calizas (Lías medio).

todo por el contraste que presenta con los terrenos próximos: el Muschelkalk, evidentemente marino, y el Lías, cuya fauna es muy rica en braquiópodos y otras formas de mar profundo.

La existencia del Infraliás, aunque nueva en España, no lo es para la Península. Sabemos por M. Choffat que al N. del Tajo, en Portugal, hacia la parte superior del macizo triásico, las areniscas aparecen más finas y alternan con capas de margas y calizas dolomíticas, conteniendo una fauna de carácter más bien liásico que triásico, y vegetales que, según Heer, corresponden al Infraliás. La facies de esta formación parece, sin embargo, diferente de la de las formaciones españolas que yo refiero al mismo terreno, en todas partes excesivamente polimorfo.

S. CALDERÓN.

Octubre de 1898.

## XX

## SOBRE LOS TERRENOS PALEOZÓICOS

DE LOS ALREDEDORES DE BARCELONA, Y COMPARACIÓN  
CON LOS DE LA MONTAGNE NOIRE (LANGUEDOC)

## Situación de los terrenos paleozóicos.

Los terrenos paleozóicos forman á lo largo de la costa de Cataluña una faja orientada N. 60° E. que se extiende aproximadamente desde el Cabo Bagur á la desembocadura del Llobregat. En su parte meridional esta faja desaparece á partir de Castelldefels, al S. del Llobregat, bajo los terrenos secundarios y terciarios. Ocurre lo mismo hacia el O. Hacia el E. el macizo paleozóico está bordeado por el mar; pero algunos retazos de sedimentos triásicos y miocenos manifiestan que al principio de la época secundaria y al fin de la terciaria fué invadida esta región por el mar. En la parte axial de la banda paleozóica se ha producido un hundimiento ó plegamiento sinclinal, anterior al Terciario superior, por consecuencia del cual el mar ha ocupado una depresión donde afloran actualmente sedimentos terciarios neógenos.

Además, el *laess* forma un manto, á veces muy espeso, que cubre indistintamente todas las hiladas primarias, lo mismo que las secundarias y terciarias.

De esta faja paleozóica sólo hemos reconocido la parte comprendida de O. á E. entre los depósitos neógenos de la parte media y el mar, y de N. á S. entre el río Besós y Castelldefels. Aunque nuestras excursiones han sido muy rápidas, nos ha sido posible, sin embargo, reconocer gran número de niveles paleozóicos: en primer lugar, porque el Sr. Almera ha recogido fósiles en muchos de ellos, y después, desde el punto de vista litológico, porque otros son idénticos á los de la misma edad de la Montagne Noire.

## Serie metamórfica que corresponde probablemente al Cambriano y á la base del Ordoviciense.

Los depósitos más antiguos no se manifiestan verdaderamente más que al estado de rocas metamórficas. Según las manchas de las capas, en aquellos parajes en que sólo ofrecen sencillas plegaduras, sin dislocaciones ni inversiones, se pueden reconocer anticlinales cuyos flancos presentan series fosilíferas continuas. Las hiladas más antiguas ocupan naturalmente el eje de estos anticlinales; pero al mismo tiempo son las que presentan indicios de metamorfismo más intenso. El hecho se explica por la aparición de masas graníticas, ó más bien granulíticas, en estos anticlinales, como al O. de Valcarca y sobre el camino de San Gervasio al Hospicio del Sagrado Corazón. Pero á veces la misma serie, como en Moncada, está bien desarrollada, sin que la roca eruptiva aparezca en la superficie. Sin embargo, según los datos reunidos por el Sr. Almera, las granulitas y granitos afloran no lejos de esta última localidad. La serie metamórfica de las cercanías de Barcelona no procede, pues, de un fenómeno de metamorfismo general, sino que resulta de acciones de contacto.

Los términos de esta serie no ofrecen nada de particular desde el punto de vista petrográfico. Los tipos más frecuentes son los mismos que he reconocido en el Mediodía de Francia, y que, por lo demás, se encuentran igualmente doquiera que el metamorfismo se ha manifestado.

En el eje del anticlinal de Valcarca afloran calizas que atraviesan filones de granulita. A veces hay como una mezcla de la roca eruptiva, que debe ser el agente esencial del metamorfismo, con la caliza. En este caso, en las lajas de caliza se reconocen fibras de anfíbol en formación. Los elementos de la granulita están muy alterados: la mica negra, muy rica en inclusiones, está transformada en parte en clorita; las láminas de feldespato contienen mucha *damourita*.

En cuanto á las calizas, presentan indicios de metamorfismo muy intenso: pertenecen al tipo de las calizas con minerales, en las que estos últimos forman delgados lechos de color verde más ó menos subido. Estos lechos tienen unas veces abundantes cristales de piroxena, y otras de anfíbol en abundancia con epidota y zoisita. La calcita es muy abundante, y forma en medio de esos silicatos láminas irregulares.

Las pizarras ofrecen todos los tipos de metamorfismo, desde el Knotenschiefer hasta las pizarras feldespáticas con granates. Entre las más frecuentes he reconocido el tipo de las pizarras micáceas de Saint-Leon, el de las pizarras anfibólicas, y finalmente, las que contienen estaurótida.

La edad de esta serie es difícil de establecer con precisión. En la región de Vallcarca, de San Gervasio y del Tibidabo, ocupa el eje de un anticlinal constituido por hiladas pizarreñas, todas en concordancia de estratificación. En la parte superior de esta serie, el Sr. Almera ha reconocido pizarras con *Orthis Actoniæ*. Todo lo que está situado por debajo de este nivel corresponde, pues, al Ordoviciense inferior, y probablemente al Cambriano. En efecto: si se compara con el macizo antiguo de la Montagne Noire, que es completamente semejante al de la región de Barcelona, no hay caliza por debajo del nivel con *Orthis Actoniæ* más que en el Cambriano inferior. Me inclino, pues, á ver en la caliza con minerales de Vallcarca el equivalente del Georgiano: por consiguiente, las pizarras metamórficas que le son superiores representarían toda la serie pizarreña del Cambriano medio y superior y del Ordoviciense inferior.

No hemos visto aflorar la caliza más que en una sola localidad, al O. de Vallcarca. Pero las pizarras se encuentran todavía muy desarrolladas fuera de este anticlinal de Vallcarca de que acabo de hablar.

Forman una ancha faja en los alrededores de Moncada, donde es imposible tener la menor idea de su edad, porque no están limitadas inferiormente por las calizas georgianas; pero, sin embargo, todavía tienen como límite superior las pizarras fosilíferas del Ordoviciense.

Toda esta serie está atravesada, además, por filones de rocas eruptivas, bien sean ácidas, como los granitos y las granulitas, ó básicas, como las diabasas, los pórfidos y las porfiritas. En fin, las microgranulitas son muy abundantes en ciertos puntos. El estudio de estas rocas, que nos llevaría mucho tiempo, no lo hemos hecho nosotros, sino que se ha encargado de él el Sr. Adán de Yarza, cuyo trabajo aparecerá en las Memorias de la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.

Sin embargo, entre las granulitas que hemos tenido ocasión de reconocer, hay una que ofrece particular interés: asoma en las cercanías de Papiol, en medio de las pizarras paleozóicas; está rodeada por conglomerados aquitanienses, en los que no hemos podido en-

contrar ningún canto de granulita. En todo caso, si existieran algunos fragmentos, deben ser muy raros.

En esta granulita las láminas de feldespato y de cuarzo son aproximadamente de las mismas dimensiones; la mica es escasa y corresponde á la muscovita en fibras muy finas. Por lo demás, ciertos cristales de feldespato contienen en abundancia la damourita. No parece observarse la estructura pegmatoidea.

Estos hechos son insuficientes para deducir alguna conclusión relativa á la edad de esta roca eruptiva, y nos es imposible decir si es terciaria, como se cree generalmente.

### Ordoviciense y Gothlandiense.

Los estudios estratigráficos, en lo que concierne á los terrenos paleozóicos, son muy difíciles en los alrededores de Barcelona, á consecuencia de la marcha complicada de sus capas. Excepcionalmente forman serie continua, y además los fósiles son escasos. Gracias á las minuciosas investigaciones del Sr. Almera, se conocen algunos niveles fosilíferos que son otros tantos puntos de referencia para interpretar los cortes geológicos correspondientes.

El nivel más antiguo que ha sido reconocido, según estos fósiles, sería el equivalente del horizonte que M. Brögger designa con el de los *Euloma* y los *Niobe*. Para M. Barrois, que ha determinado los fósiles recogidos por el Sr. Almera, pertenecerían al piso de Tremadoc. Este mismo nivel existe igualmente en la Montagne Noire con numerosos ejemplares del género *Euloma* (*Euloma Filacovi*) y del género *Niobe* (*Niobe Linieresi*), géneros característicos de este piso. Se encuentran además otras formas, pero ninguna común á la Montagne Noire y á la región de Barcelona; hecho curioso, puesto que todos los otros niveles fosilíferos ofrecen una identidad de fauna casi absoluta. En el Languedoc vienen á continuación areniscas con *lingulas* y *Cruziana*, representadas sin duda en Cataluña por las areniscas llamadas de bilobites y tigillites. Después las pizarras con grandes *Asaphus*, de los que no se han señalado indicios en las cercanías de Barcelona. El horizonte con *Orthis Actoniæ*, así como las hiladas con *Echinosphærites*, se encuentran con la misma facies en las dos regiones. El Sr. Almera nos ha hecho ver en muchas ocasiones este mismo nivel, y verdaderamente es uno de los mejor cono-

cidos. Su fauna es muy abundante, y se ha podido recoger *Orthis calligramma* y *Orthis vespertilio*.

Por encima descansa el Gothlandiense, que está bien definido: le constituyen pizarras con graptolitos, de color negro ó azul oscuro; pero frecuentemente, bajo la acción del aire, el sulfuro de hierro que contienen se oxida, y las pizarras atacadas por el ácido se tornan blancas. Cualquiera que sea su color, estas pizarras se reconocen fácilmente por la abundancia de graptolitos. El Sr. Almera ha recogido muchas especies características, tales como el *Monograptus Priodon* y *M. Ræmeri*. Sus afloramientos son relativamente frecuentes, y acompañan generalmente al nivel de *Orthis Actoniae*.

Siguen á estas pizarras calizas que en parte corresponden seguramente al Gothlandiense, puesto que contienen *Cardiola interrupta*. Este nivel calizo, que corresponde probablemente á la subdivisión  $E_2$  establecida por Barrande, es muy rico en fósiles en el Languedoc, en donde aparecen muchas especies de Bohemia; pero en los alrededores de Barcelona no parece hasta el presente que así ocurra.

### Devoniano.

A continuación de estas calizas gothlandienses, hay otras pizarras, y á veces dolomías idénticas á las que, en el Languedoc, ocupan el lugar del Devoniano inferior. No es posible determinar la línea de demarcación entre el Siluriano superior y el Devoniano; pero en las calizas pizarreñas y dolomíticas el Sr. Almera ha recogido en Amignonet, cerca del Papiol y cerca de Brugués, fósiles del Devoniano inferior, tales como *Harpes venulosus* y *Phacops* sp. Por lo demás, en otros muchos puntos, aparte de los citados, se encuentran las calizas del Devoniano inferior: por ejemplo, en Moncada, Vallcarca, etc.

En concordancia de estratificación sobre esta serie inferior, descansa otra formada de calizas grises, blancas, negras, que recuerdan respectivamente las gibetienses y frasnenses de la Montagne Noire. Pero para muchos de estos horizontes hay aún otros caracteres además del color; algunos de ellos presentan vacuolas, en las cuales se depositan concreciones ferruginosas; ésta es en absoluto la facies de las calizas con *Parodoceras curvispina* de Cabrières, donde en vacuolas semejantes se encuentran, ya concreciones, ya goniati-

tes ferruginosos. Otras, en fin, ofrecen la estructura especial de las calizas amigdaloides: son nodulares, de colores muy diferentes, con frecuencia grises ó rojas. En estas calizas abundan en el Languedoc las Climenias asociadas á grandes Orthoceras, formando el *Clymenienkalk* típico. Estoy persuadido de que también ocurre así en Cataluña, donde habrán de encontrarse las mismas faunas que en el Languedoc. En apoyo de esta opinión, observaré que cerca de Vallcarca, en las calizas nodulosas, hemos recogido restos de grandes Orthoceras, desgraciadamente indeterminables, pero comparables á los de las calizas con Climenias. Los fósiles solamente pueden establecer con certeza el paralelismo que admito; pero la identidad casi completa entre las faunas y la facies de la Montagne Noire y de las cercanías de Barcelona, lo hacen muy probable.

Es igualmente probable que existe en Cataluña, como en el Languedoc, una serie de términos devonianos entre las calizas con Climenias y las liditas de la base del Carbonífero: éste es el equivalente de las capas con Cipridinas del Hartz; pero nosotros no hemos encontrado ningún fósil.

### Carbonífero.

El Carbonífero comienza con liditas negras: en el Hartz, como en el Languedoc, en Corbières y en los Pirineos, ocupan la misma situación <sup>(1)</sup>. Este es, ciertamente, un nivel de los más importantes de la serie primaria, á causa de la constancia de sus caracteres y de su gran extensión.

En los alrededores de Barcelona, en todos los puntos en que las capas ofrecen una superposición normal, las liditas negras se encuentran bajo las pizarras, en las cuales el Sr. Almera ha comprobado la presencia de la flora del Carbonífero inferior. Hasta estos últimos tiempos ninguna forma marina había sido hallada en estas pizarras, mientras que en la Montagne Noire los *Productus*, los *Spirifer* y los políperos son numerosos. Según una carta con fecha 17 de Febrero que me ha escrito el Sr. Almera, había encontrado en Vallcarca un *Phillipsia* y restos de crinoides. Hay, pues, una nueva semejanza entre el Languedoc y Cataluña. Pero esta semejanza se

(1) J. Bergeron, *Note sur la base du Carbonifère dans la Montagne Noire*, B. S. G. F., 3.<sup>a</sup> serie, tomo XXVII, pág. 36: 1899.

acusa hasta en ciertos accidentes litológicos: tales son los bancos de arenisca y de pudinga, cuyos elementos rodados proceden en parte de las liditas negras subyacentes. Estas pudingas, en fajas aisladas en medio de las pizarras anteriormente citadas, son idénticas á las que los geólogos del Hérault designan con el nombre de *poudingues à dragées*.

En la región de Barcelona no hay otro depósito paleozóico más reciente que estas pizarras del Carbonífero inferior ó Turneciense. Es posible que el Visense se halle depositado sobre el Turneciense y que haya desaparecido por deudación; pero, en realidad, no queda vestigio alguno en los pliegues que han protegido al Carbonífero inferior contra la destrucción de las aguas.

### Plegamientos hercinianos.

Numerosos pliegues é inversiones se acusan en las capas de la serie paleozóica, y, en consecuencia, son frecuentes los contactos anormales. Los relieves de la faja primaria son debidos á pliegues yuxtapuestos, cuya marcha es muy variable según los puntos que se consideren. Todos ellos están orientados en los alrededores de Barcelona, en dirección aproximada al N. 60° E., lo mismo que el macizo. No nos ha sido posible, por falta de tiempo y por la incertidumbre acerca de la edad precisa de los diferentes horizontes geológicos, hacer el estudio de la tectónica de la comarca. Expondré, sin embargo, algunos hechos que prueban cuán dislocado ha sido el macizo paleozóico después de la época carbonífera.

Según lo que hemos visto en Moncada, la colina de su nombre está formada por un anticlinal echado sobre un sinclinal. Las pizarras con *Monograptus* de la vertiente E. corresponderían al eje del anticlinal echado sobre el sinclinal que forma el Devoniano; pero además habría también inversiones de los diferentes elementos que constituyen estos pliegues: así es que cerca de la cumbre las pizarras con *Leptaena corrugata* vienen en contacto de las calizas de *Parodoceras curvispina* y las calizas amigdaloides, sobre las cuales están colocadas. En fin, los derrubios han hecho desaparecer los vértices de los pliegues, lo que complica la interpretación de los accidentes. De un modo general, en la colina de Moncada las capas buzan hacia el SE. Al N. de Vallcarca existe un sinclinal que interesa las

series siluriana, devoniana y carbonífera; pero por el lado de Gracia y de Vallcarca las capas buzan hacia el NO. por efecto de una inversión. Siguiendo esta misma dirección, las hiladas se levantan poco á poco; y finalmente, aparece muy bien marcado el anticlinal, en cuyo eje asoma la caliza metamórfica que yo atribuyo al Cambriano inferior, y de la que he hablado anteriormente.

Además, los pliegues, en lugar de quedar rectilíneos, aparecen á veces sinuosos. En algunos sitios están cortados por fallas transversales orientadas en dirección al N. 60° O. Hacia la extremidad meridional de la faja paleozóica, los pliegues, todavía numerosos, cambian de dirección, dominando la de N. 60° O., que es la del valle del Llobregat, aprovechando el río este accidente geológico para determinar su curso.

Entre Puig y Amigonet, un sinclinal, orientado del NO. al SE. y echado sobre su flanco oriental, manifiesta la serie paleozóica completa como la he descrito anteriormente, desde las pizarras con *Euloma Niobe* hasta el Carbonífero inferior inclusive.

En las cercanías de la ermita de Brugués hemos reconocido, sobre el camino que sube de Gavá, numerosas dislocaciones, cuyas direcciones no están bien manifiestas; pero las principales parecen estar orientadas N. 60° O.

Esta misma región de Brugués permite establecer la edad de estos pliegues. Toda la serie paleozóica está plegada y dislocada de tal modo, con tantos contactos anormales debidos á fenómenos mecánicos, que es imposible reconocer si las discordancias que se observan son debidas á movimientos producidos durante la era primaria. Pero, por el contrario, las primeras hiladas del Trias, constituidas por conglomerados, se han depositado indiferentemente sobre el Siluriano, el Devoniano y el Carbonífero. Podemos, pues, deducir que anteriormente al Trias han tenido lugar todas las dislocaciones que han interesado los sedimentos paleozóicos. La cordillera que bordea Cataluña forma parte, pues, de los pliegues hercinianos. Por lo demás, este hecho era probable, dadas las direcciones de los pliegues que corresponden frecuentemente á los movimientos del fin de la era primaria.

### Comparación entre los macizos antiguos de Cataluña y los de la Montagne Noire.

La comparación entre la Montagne Noire y la región paleozóica de Barcelona se impone forzosamente: tienen los mismos horizontes fosilíferos, las mismas facies y los mismos caracteres litológicos.

Se ha puesto de manifiesto de una manera evidente en los capítulos que preceden, para que no sea necesario insistir sobre ello.

Pero la semejanza existe todavía en la marcha de las capas: los plegamientos tienen la misma orientación; la parte principal tiene una dirección N. 60° O.; pero en la región meridional la dirección cambia al N. 60° O., y al mismo tiempo los terrenos paleozóicos desaparecen bajo las hiladas más recientes. En los dos macizos el impulso principal que han engendrado los pliegues N. 60° O., venía del SE. de la región ocupada actualmente por el mar, y que parece haber sido siempre una región de hundimiento, según resulta de las quebras visibles actualmente y de la distribución de los sedimentos que cubren al Paleozóico.

Otro rasgo de semejanza consiste en el hundimiento que se ha producido en el interior de los macizos paleozóicos desde el principio del Terciario en la Montagne Noire (cuencas terciarias de Castres y de Bedarieux), y posteriormente al Oligoceno en la región de Barcelona. En el primer caso, tuvo lugar una formación de sedimentos lagunares ó laguno-lacustres; en el segundo, el mar ha entrado libremente en el interior del macizo paleozóico. Este accidente es el mismo; pero se ha producido en épocas diferentes en las dos regiones, habiendo tenido lugar ese hundimiento primeramente en la región septentrional y después en la meridional.

Otros rasgos de semejanza entre las dos regiones se acusan por el parecido entre los depósitos secundarios y terciarios: no insistiré más, puesto que M. Depéret los pondrá de manifiesto.

En resumen: no hay duda alguna de que la Montagne Noire y la región de Barcelona han tenido una misma historia geológica durante una gran parte de su período de formación.

J. BERGERON.

Noviembre de 1898.

## XXI

### RELACIÓN ENTRE LA GEOLOGÍA Y LA HIDROGRAFÍA

#### EN CATALUÑA

Hay una contradicción tan evidente entre el sistema hidrográfico actual de Cataluña y la tectónica geológica de la misma región, que no puedo sustraerme de tratar de este problema, indicando la hipótesis más probable para conciliar hechos, al parecer, tan contradictorios. Observaré, en primer lugar, que por el examen del país durante nuestras excursiones y por el estudio de los mapas y documentos publicados, resulta que el litoral de Cataluña ofrece un macizo montañoso constituido por rocas antiguas dispuestas en forma de cordillera ó loma muy alargada, orientada de NE. á SO., y siguiendo sensiblemente la costa actual. La montaña del Tibidabo, por encima de Barcelona, que alcanza 532 metros de altitud, es una de las cumbres más importantes, y el Montseny (1700 metros), al N., es el que se eleva á mayor altura (fig. 59).

Una gran falla visible en más de 50 kilómetros de longitud, señalada por diversos retazos de terrenos primarios inclinados hacia el mar, muestra que el eje anticlinal de esta cordillera ha sido roto longitudinalmente hacia su zona central, y que la mitad oriental del macizo se ha hundido en el mar.

Creo yo que no puede haber desacuerdo en este punto. Al S. de Barcelona, sobre la orilla derecha del río Llobregat, puede comprobarse la existencia de capas secundarias de un espesor colosal que forman una bóveda que cubre los terrenos cristalinos y primarios y que se hunde hacia el S. Los mismos hechos se observan al N. hacia Gerona <sup>(1)</sup> (Montjuich de Gerona).

Parece útil, sin embargo, poner en claro algunos puntos referentes á esta cordillera catalana, porque M. de Dereims, en un tra-

(1) L. M. Vidal, *Géologie de Port-Bou a Barcelona*: Toulouse, 1893, pág. 6.

bajo reciente <sup>(1)</sup> donde ha marcado sobre un mapa las direcciones tectónicas de España, no ha hecho mención de ella, y, por otra parte, se puede confundir este elemento especial con alguna rama pirenaica, con la que no es concordante ni en dirección ni en estructura. Vézian, en 1864, ha creado dos sistemas de montañas para esta cordillera: el sistema de Montseny, orientado N. 54° E., que se habría formado entre el Triás y el Lias, y el sistema de Montserrat, orientado N. 40° O., que apareció entre el Plioceno inferior y el Plioceno superior. Pero estos dos sistemas no están bien manifiestos: los ejes no tienen la rigidez matemática que se les atribuía; el sistema de Montserrat no puede separarse del de Montseny, y la edad es muy diferente de la que le asignó Vézian <sup>(2)</sup>.

La cordillera catalana parece, por lo demás, haber estado sometida á repetidos fenómenos de levantamiento, hundimientos y denudaciones; fenómenos que se han reproducido en el mismo sitio próximamente, en épocas muy diferentes. Los potentes depósitos de pudingas en capas levantadas y las discordancias angulares, son prueba cierta de estos movimientos que pueden apreciarse desde la época primaria. No insistiré sobre la discordancia de las capas silurianas y las pizarras cristalinas ó maclíferas que no he estudiado; pero sí observaré que el Triás comienza por una masa de brechas y pudingas de gruesos elementos que se depositaron en barrancos abiertos en las capas silurianas ó en las devonianas, y con esto tenemos la prueba de que en una extensa superficie debieron desaparecer en gran parte los relieves topográficos anteriores. Las capas triásicas debieron sedimentarse tranquilamente sobre toda la extensión de la comarca, formando una masa de gran espesor, de la que quedan todavía restos importantes.

Al final del periodo triásico la comarca debió elevarse sobre las aguas, porque el Jurásico marino no se encuentra. No sabemos casi nada acerca de este período continental y de su régimen. Hacia fin del Jurásico, el mar del Cretáceo inferior se extendió y depositó sobre el emplazamiento de la cordillera catalana importantes sedimentos de un millar de metros próximamente <sup>(3)</sup>.

(1) *Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon* (Thèse pour le doctorat: Paris, 1898, pág. 6).

(2) *Prodrome de Géologie*, II, págs. 480 y 505.

(3) El Sr. Almera aprecia como sigue el espesor de las capas secundarias alrededor de Begas:

Al fin del Aptiense, un levantamiento general se manifestó en la misma comarca en que se verificaron los levantamientos anteriores, resultando de origen continental los depósitos correspondientes al Cretáceo medio y superior; al fin del periodo cretáceo, en la época garumnense, el mar se aproximó á la cordillera, y á esta época corresponden nuevas pudingas litorales.

Pero el potente macizo del Cretáceo inferior lentamente levantado ha persistido durante todo el Eoceno, y puede observarse que los derrubios de la cordillera catalana se han vertido en un mar situado al NO. Las pudingas del Montserrat están inclinadas al NO., y alternan en esta dirección con capas marinas fosilíferas en forma de cuña, más potentes en dirección al O. y que contienen sucesivamente las faunas del Eoceno inferior, del Eoceno medio y del Eoceno superior <sup>(2)</sup>.

El sistema hidrográfico de esta época era concordante con la pendiente natural de las capas. Yo compararía la vasta pudinga del Montserrat al delta del Var, á un delta de un río considerable, desembocando desde un valle alpestre inmediatamente en el mar, arrastrando masas de cantos enormes, alternando en los hondos con arenas ó margas marinas; le compararía á la pudinga del Righi que forma hoy día una montaña casi aislada delante de la cordillera alpestre, formada por pudingas y capas variadas de molasa miocena.

|                    |                 |                    |
|--------------------|-----------------|--------------------|
| Aptiense.....      | { Pelágico..... | 40 metros.         |
|                    | { Litoral.....  | 500 —              |
| Barremiense.....   |                 | 40 —               |
| Hauteriviense..... |                 | 200 —              |
| Valdeuse.....      |                 | 30 —               |
| Dolomia?.....      |                 | 120 —              |
| <b>Total.....</b>  |                 | <b>930 metros.</b> |

(2) Los pisos que Vézian estableció en 1854 (*B. S. G. F.*) para el Numulítico de la provincia de Barcelona, presentan con la cuenca de Paris los equivalentes probables siguientes:

|                      |                         |                                                |
|----------------------|-------------------------|------------------------------------------------|
| Rubiense.....        | Sanoisiense.....        | Margas con yeso y <i>Fucoides</i> .            |
| Manresano.....       | Bartoniense.....        | Capas con <i>Eupatagus ornatus</i> .           |
| Igualadense.....     | Luteciense superior.    | Margas azules con operculinas.                 |
| Castellense... ..    | { Luteciense inferior.. | { Arenisca con <i>Cerithium giganteum</i>      |
|                      | { Ipresiense.....       | { y <i>Orbitolites complanata</i> .            |
|                      |                         | Capas con <i>Velates Schmideli</i> .           |
| Montserratense... .. | { Garumnense?.....      | { Capas rojas con <i>Bulimus gerundensis</i> . |
|                      | { Tanetense?.....       |                                                |





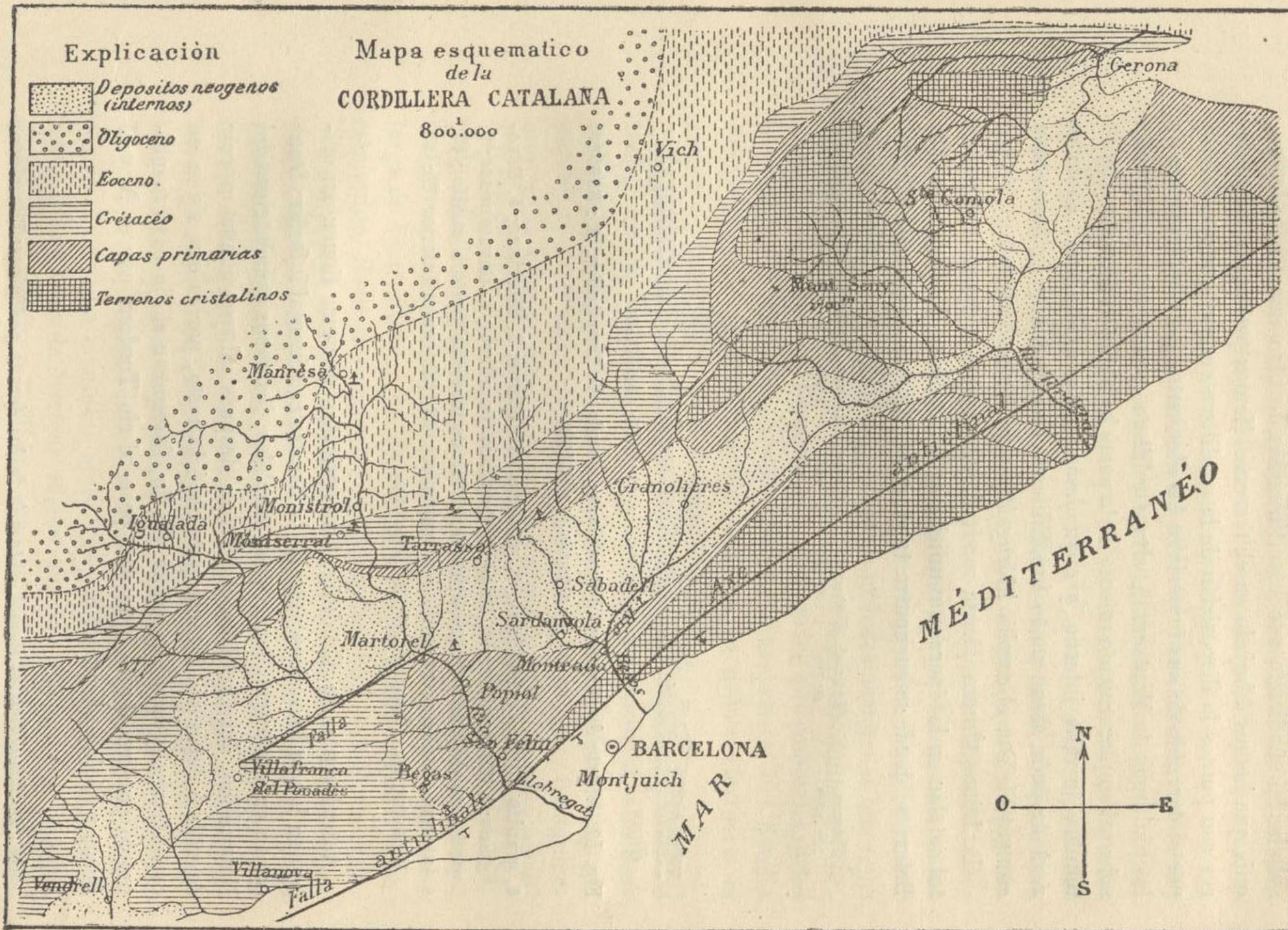


Fig. 39.—Mapa esquemático de la cadena catalana.

sido hecho añadiendo uno á continuación de otro una serie de croquis que hemos dibujado en el terreno. Hemos procurado restablecer con puntos la disposición de la cordillera central que suministró por el derrubio de sus materiales los elementos para la formación de las pudingas de Montserrat, alta cordillera necesariamente situada sobre el emplazamiento mismo de la parte baja que designamos con el nombre de valle interno, y cuya desaparición atribuimos, como se verá después, á un vasto hundimiento longitudinal; hipótesis sólo compatible con el cambio hidrográfico que hemos indicado.

D. Jaime Almera piensa acertadamente que el macizo continental catalán en la época numulítica se extendía al E. hasta las islas Baleares, donde se encuentra también el Numulítico marino (1).

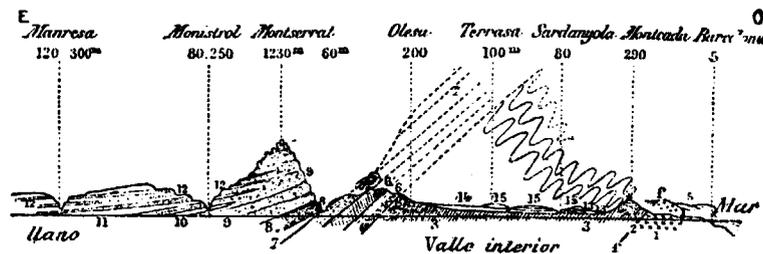


Fig. 40. —Corte de Manresa á Barcelona: escala de longitudes, 1 : 500000; alturas, 1 : 25000.

1, granito y rocas cristalinas; 2, pizarras macliferas; 3, Siluriano; 4, Devónico; 5, Carbonífero; 6, Trias; 7, Cretáceo (no aflora); 8, Garumnense; 9, pudingas de Montserrat; 10, intercalaciones marinas (Eoceno medio); 11, intercalaciones marinas (Eoceno superior); 12, Oligoceno inferior (?); 13, Mioceno; 14, Plioceno; 15, Pleistoceno.

Actualmente, en Cataluña, las corrientes de agua tienen su origen en las colinas oligocenas de la llanura continental inferior; franquean en contrapendiente, casi paralelas, las zonas concéntricas del Numulítico, del Cretáceo, del Trias; después afluyen á una especie de valle ó depresión interna paralela á la costa, por la que sigue en corto trecho y donde se reúne. En fin, franquean el eje costero primario por tres hoces, que dan paso al río Tordera por el N. y al Besós y Llobregat por el S.

(1) *De Montjuich al Papiol al través de las épocas geológicas: Barcelona.* 1880, pág. 32.

El régimen antiguo es, pues, absolutamente distinto del actual. ¿Cuándo y cómo se ha instalado el régimen actual? Según parece, es posible responder en parte á estas cuestiones.

El régimen se ha modificado después del Aquitaniense, porque los depósitos del Oligoceno superior continental situados sobre el Cretáceo entre Gélida y San Sadurni (Suberats), son anteriores á las grandes fallas como estando afectadas por ellos; sabemos, por otra parte, que el cambio ya se había efectuado en la época burdigaliense, puesto que el mar en que se sedimentó la molasa con *Pecten præscabriusculus* se precipitó en las regiones hundidas, ocupando la depresión de Villafranca del Panadés y otras varias; ahora bien: como los pisos Aquitaniense y Burdigaliense se suceden inmediatamente en el tiempo, se puede deducir que los grandes accidentes que rompieron la cordillera catalana tuvieron lugar hacia el límite del Oligoceno y del Mioceno. Podemos así comprender que coincidieran los momentos del cambio de dirección de las aguas con el del hundimiento del terreno, y explicarnos así cómo ha podido efectuarse la inversión en el nuevo régimen hidrográfico.

Al principio del Burdigaliense se abrieron desembocaduras de los tres ríos de la cordillera; podemos ahora preguntarnos si estas desembocaduras se formaron por fractura ó por denudación retrógrada por los torrentes que descendían directamente al mar. Cualquiera que sea la solución que se acepte, las aguas marinas se introdujeron á favor de un ligero hundimiento, como en los fiords, por las desembocaduras así formadas, y han depositado sedimentos variados, fosilíferos, en el valle interno. La historia de este valle interno sería larga de desarrollar, y no entraremos en pormenores respecto de este punto. Hacia Gerona es ancho, y los depósitos de cantos rodados y de limos atestiguan la intensidad de los fenómenos que le han dado origen. El Mapa geológico de España, en un 400000, señala equivocadamente una manchita granítica entre el río de Gerona y la cuenca del Tordera; en este punto se encuentra el suelo cubierto de limos, el aguazal de Sils, altas terrazas, aluviones muy diversos que todavía existen hacia Ostalrich, y con el tiempo será posible marcar divisiones á semejanza de las establecidas en los alrededores de Barcelona. La llanura montuosa entre Tarrasa y Olesa está cubierta de limos y de gravas de diversas edades que los afortunados trabajos de los Sres. Almera y Bofill han permitido distribuir entre el Mioceno, el Plioceno y el Pleistoceno.

Pudiera ser que en su origen, antes de la apertura de las hoces que atraviesan el macizo primario, las corrientes de agua del valle interno no tuvieran más que dos salidas: una al N. por Gerona, otra al S. hacia Vendrell. Un examen ulterior de los cantos de estos rios y de su origen posible, nos ilustrará sobre estos detalles y sobre el régimen completo fluvial mioceno y plioceno. Conviene observar que el hundimiento de la región oriental del macizo catalán y el de la zona periférica del valle interno, no han sido los últimos movimientos del terreno en Cataluña, pues ha habido otros más recientes que, sin embargo, no parece haber influido marcadamente en la hidrografía general. En Barcelona mismo, en Montjuich, el Mioceno, Helvético y Tortoniense, se ha levantado hasta 180 metros de altitud, y buza hacia el O. en oposición con la dirección del mar, hacia el eje primario y falla de Valcarca, que ha favorecido la conservación de diversos retazos de terrenos primarios dislocados: Siluriano, Devoniano, Carbonífero.

Esto nos hace creer que la falla anticlinal se ha abierto en diferentes épocas y que volvió a abrirse después del Tortoniense, al mismo tiempo que por un levantamiento general se depositaron los sedimentos del Mioceno superior continental y del Pontiense-mesinense, coincidiendo con un periodo de retirada general del mar en la mayor parte de Europa. Esta nueva fractura que debe existir entre Montjuich y el mar, ha sido seguida de un nuevo descenso del suelo, que comenzó con el principio del Plesanciense, y el mar plioceno tomó de nuevo posesión de las partes bajas del Mioceno, cuyas capas están en discordancia muy marcada.

De estos detalles podemos deducir que no fué una falla ó fractura única la que determinó la destrucción de la cordillera catalana, sino que este resultado fué debido á una serie de fallas casi paralelas al eje y á otras fallas concéntricas que determinaron otra serie de hundimientos internos, y que, en fin, la denudación fué de una intensidad considerable, ejerciéndose al principio del E. al O. y después en sentido inverso, arrastrando las ruinas que todavía quedaban en pie, de las denudaciones anteriores.

Pocos ejemplos tan claros pueden citarse, á mi juicio, de un sistema hidrográfico que, en un mismo paraje, ha tenido dos direcciones opuestas, y en épocas tan bien determinadas.

G. F. DOLLFUS.

## XXII

### EXCURSIONES DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA

#### DESDE BARCELONA Á CAMARASA

El 11 de Octubre salimos, en el tren de las diez de la mañana, para Tárrega, con los Sres. Almera, Stuart-Menteth y Bofill.

No nos ocuparemos de la sección comprendida entre Barcelona y Manresa, visitada ya en excursiones anteriores, y comenzaremos nuestra reseña á partir de Manresa.

Las margas numulíticas, desarrolladas en las cercanías de esta ciudad, terminan pronto, y maciños y margas rojizas, mezclados con conglomerados, se suceden en bancos casi horizontales, con un ligero buzamiento hacia el NO.

Atravesamos ya esta potente serie de S. á N. en nuestra excursión á Cardona, y ahora la recorremos de E. á O. La débil resistencia que presentan las margas á la denudación, da origen á la destrucción de los gruesos bancos de maciños y conglomerados, resultando con esto flancos de las laderas cubiertos por enormes cantos, entre los cuales, y aun sobre ellos, se han atrevido á construir algunas fincas.

Siempre subiendo, pasamos por Rajadell; después por Segues, donde ya algunas venillas de yeso se destacan en blanco sobre el fondo rojo de las margas: estas vetas pueden ser los indicios del yacimiento de yeso que aflora no lejos, al N., entre Calaf y Pinos, bajo la formación de los lignitos de Calaf.

Aparecen algunos bancos calizos; las margas toman tonos blancos y azulados y un aspecto moteado especial de las formaciones lacustres. Llegamos á Calaf, centro de formación de carbón terciario bastante importante. Estas margas, calizas y lignitos constituyen el yacimiento con *Melania albigensis*, que dió á conocer por primera vez M. Carez en sus *Etudes des terrains cretacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*. En él se encuentran pequeñas *Melancias*, *Planorbis* y *Chara*, y aquí es donde yo he encontrado los maxilares deformados

de un anoploterido que M. P. Gervais determina con duda como *Xiphodon*; pero que recientemente M. Depéret, después de una hábil preparación, ha reconocido pertenecer al género *Diplobune*, lo que concuerda con el *Anodus* que el mismo señor había determinado anteriormente, para colocar todas estas hiladas en el Oligoceno inferior.

Más de 500 metros de espesor nos separan de las margas numulíticas. Las hiladas presentan notable regularidad; los bancos calizos de 10 á 20 centímetros de espesor, que son buenos materiales de construcción, forman potentes hiladas alternando con margas, y la serie continúa en orden ascendente hasta San Guim, punto culminante de la vía (736<sup>m</sup>'4) donde dejamos la cuenca hidrográfica del Llobregat y comienza la del Segre.

Llegamos á Tàrraga á las tres, y después fuimos á Camarasa atravesando el llano de Urgel, donde las margas y molasas del Mioceno lacustre del Ebro han sucedido á las calizas y margas del Oligoceno.

### Alrededores de Camarasa.

El 12 de Octubre hicimos la ascensión al monte San Jordi, que se levanta al NE. del pueblo. Camarasa está edificada sobre una pequeña colina de la orilla izquierda del Segre. La formación oligocena reaparece aquí en bancos inclinados, pero bajo forma de pudingas poligénicas, donde abunda la caliza con *Alveolinas* del Numulítico inferior. Sobre estos bancos levantados se apoyan margas rojas y bancos de yeso, y conservan su fuerte pendiente á medida que se desarrollan al S. Descansan al N., en discordancia, sobre otros bancos levantados y fuertemente plegados que forman la escarpa del lado del río y pertenecen al Eoceno: consisten en calizas amarillas con *Miliolites*, en las que se ha encontrado *Alveolina elongata*. Saliendo de Camarasa se observa una falla que pone al descubierto los yesos triásicos. Estos yesos, de aspecto moteado, son muy frecuentes en los asomos de ofita de los Pirineos. Pero esta roca, que ya tendremos ocasión de ver en otros puntos de este valle, no se presenta aquí.

A medida que se asciende, se van cortando las capas que se indican en el corte siguiente:

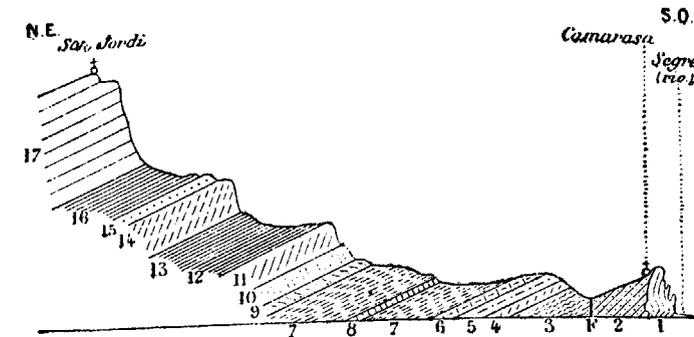


Fig. 41.—Corte de la montaña de San Jordi: longitud, 3 kilómetros; alturas libres.

NUMULÍTICO.—1. Caliza con *Miliolites*, *Alveolina elongata*.

OLIGOCENO.—2. Pudingas, maciños y yesos alternando con margas.

MUSCHELKALK.—3. Yeso abigarrado.

4. Calizas compactas y hojosas en concordancia con los yesos, y con buzamiento de 40° al N. 30° E.

5. Las calizas precedentes pasan á ser negruzcas y alternan con lechos delgados de yeso negro; se observa en una misma hilada su transformación en yeso.

6. La parte superior de este conjunto yesoso calizo es de caliza muy hojosa: la superficie de las lajas calizas se cubre de nudos que no son más que pequeñas bivalvas mal conservadas, semejantes á la *Miophoria*; se distinguen también algunos gasterópodos y fucoides.

KEUPER.—7. Una potente serie de yeso blanco en bancos, que no tiene menos de 200 metros de espesor, cubre las hiladas anteriores y buza en la base del monte San Jordi bajo las hiladas que después atravesaremos.

8. Banco de carñiola entre los yesos.

LÍAS MEDIO.—9. Una hilada brechiforme dolomítica, que se apoya sobre el yeso, abre la serie caliza y margosa que, como lo veremos pronto, presenta en su mitad superior las especies del Lías. Esta hilada inferior, con la 10, no son fosilíferas; pero yo las considero como pertenecientes al Lías medio, no teniendo ningún motivo para atribuir las al Lías inferior, formación de la que yo no conozco representante en esta parte de los Pirineos.

10. Un banco muy grueso de caliza litográfica se destaca en forma de cornisa sobre el flanco de la montaña y pasa insensiblemente á la hilada superior.

11. Caliza con *Pecten priscus*, *Terebratula punctata*, *T. subpunctata*, *T. Jouberti* y *Belemnites*.

12. Margas muy fosilíferas: *Ammonites communis*, *Spiriferina rostrata*,

*Spiriferina oxyptera*, *Pecten priscus*, *Modiola* sp., *Rhynchonella Lycetti*, *Terebratula punctata* y *T. Jauberti*.

LÍAS SUPERIOR.—13. Margas muy fosilíferas, que no se distinguen mineralógicamente de las margas 12; pero la fauna es característica del Lias superior. Contienen un banco lleno de *Ostrea Beaumonti* (1), *Rhynchonella cynocephala*, escasos Ammonites; pero se encuentran *A. opa'inus* y *A. Aalensis*.

14. Un grueso banco de dolomías grises cubre estas margas, formando un saliente que se sigue con facilidad, gracias á su color obscuro, á lo largo de los relieves que rodean el valle de Camarasa.

La asimilación de estas dolomías al Lias ha sido ya discutida con motivo de encontrarse también en la provincia de Barcelona, en las costas de Garraf, habiéndose confirmado la determinación que yo había hecho en mis trabajos anteriores, fundándome en la constancia con que estas dolomías acompañan al Lias, lo mismo en el caso de que el Cretáceo inferior descansa directamente sobre ellas, como cuando el Cretáceo superior cubra al Lias.

El caso actual es un ejemplo de esta última superposición; más adelante veremos en el Montsech el otro caso, en que el Cretáceo inferior cubre directamente al Lias.

CRETÁCEO SUPERIOR: *Santonienne*.—15. Un banco de arenisca ferruginosa con gruesos Radiolites de láminas onduladas, nos demuestra que la serie jurásica ha terminado y que entramos en el Cretáceo. Este banco representa, á mi juicio, la base del Santoniense.

16. Margas con *Rhynchonella difformis*, *R. Lamarckiana*, *Sphærolites Toucasi*, *Trochus* sp. y Políperos.

Estas margas forman el horizonte, tan constante en Cataluña, del Senonense inferior, y los encontraremos otra vez en el Montsech mucho más abundantes en especies.

*Campanienne*.—17. Una potente hilada caliza de 150 metros próximamente de espesor descansa sobre las margas santonienses y ocupa las alturas que dominan las dos vertientes del valle de Camarasa. Se la ve extenderse, no solamente del otro lado del Segre por las crestas de la sierra de Montroig, que forma con el monte San Jordi la garganta en que el Noguera Pallaresa se junta al Segre, sino también por las ásperas escarpas que dominan al Noguera Pallaresa en la Rentisclera de la Massana (2). Los fósiles, que en San Jordi, al parecer, no se encuentran, abundan, por el contrario, en la Rentisclera, donde hay un banco de *Hippurites Archiaci*. En la sierra de Montroig se encuentra en este nivel un banco que contiene grandes *Rhynchonellas*, semejantes á la *R. globata*, Arnaud., pero mucho mayores.

(1) Esta especie y algunas otras, que eran para mí de difícil determinación, han sido estudiadas por nuestro sabio compañero M. Douvillé.

(2) Por error debido á la proximidad de los términos de los pueblos Alós y La Massana, se le había llamado hasta aquí *Rentisclera de Alós*.

El corte que acabamos de estudiar es muy interesante. Nos muestra la discordancia del Numulítico con los conglomerados oligocenos y la falla que pone estos terrenos terciarios en contacto con el Triás; este terreno, constituido por sus dos términos superiores (la Arenisca abigarrada no existe en esta región central de la provincia de Lérida), sirve de apoyo al Jurásico, representado por el Lias medio y superior; la dolomía, discutida como cretácea ó jurásica, manifiesta su edad jurásica por su constancia en acompañar á los sedimentos de esta época; y en fin, la superposición de las hiladas santonienses á las dolomías por ausencia de los depósitos del Cretáceo inferior, indica un movimiento del suelo de que no se puede dar cuenta más que añadiendo aquí algunas noticias sobre las relaciones estratigráficas en las otras regiones de la provincia de Lérida; en efecto: en San Jordi el Cretáceo inferior falta; el superior descansa sobre el Lias.



Fig. 42.—Esquema de la sucesión de terrenos cretáceos en el centro de la provincia de Lérida.

Si marchamos 20 kilómetros al N., veremos en Montsech el Urgo-aptiense descansar sobre el Lias; el Albiense y el Cenomanense faltan, y el Coniacense se apoya sobre el Urgo-aptiense.

Por último, en la sierra de Santa Fe, 25 kilómetros más al N. de Montsech, bajo el Coniacense se encuentra el Cenomanense, el Albiense y el Urgo-aptiense. El esquema siguiente dará una idea de la disposición relativa de los pisos en estas tres localidades, y se explica por un movimiento de báscula de N. á S., que fué ascendente durante las edades urgo-aptiense, cenomanense y albiense, y descendente durante la coniacense, santoniense y campaniense. Cuando volvimos á Camarasa, visitamos por la tarde los asomos ofíticos del O. del valle; pero primeramente hemos querido examinar del otro lado del Segre el notable pliegue vertical que presentan las capas eocenas. Este pliegue se encuentra al pie de la ladera de San Salva-

dor, que forma una montaña cónica aislada que se levanta delante de Camarasa, en medio del valle. Estas capas, muy trastornadas y verticales, recuerdan sólo en un pequeño trecho los estratos cretáceos de las elevadas cumbres que la rodean; casi todas las hiladas de San Salvador son eocenas, formación de la que no queda ningún retazo sobre las crestas de las montañas próximas: constituye, pues, un isleo desprendido, caído y aprisionado en el centro del valle; y así tenemos en las capas eocenas un pliegue vertical, cuyo flanco N. ha formado la montaña de San Salvador, y el flanco S. (ladera de Camarasa) ha sido cortado y atravesado por el Segre. En el centro del pliegue, la caliza eocena presenta, á consecuencia del frotamiento de las capas, estrias finas horizontales y apretadas que surcan su superficie normalmente al eje del pliegue.

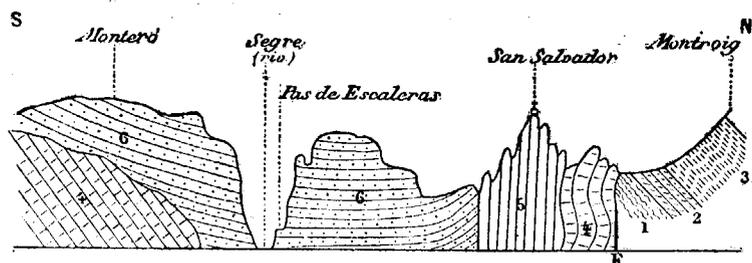


Fig. 43.—Corte del monte San Salvador: longitud, 3 kilómetros; alturas libres.

TRIÁS.—1. Yesos moteados.

2. Calizas del Muschelkalk.

3. Yesos del Keuper.

CRETÁCEO.—4. Calizas del Campaniense.

TERCIARIO.—5. Caliza con Miliolites y caliza arcillosa sin fósiles del Eoceno: pliegue vertical.

6. Pudingas oligocenas.

La época de este movimiento es evidentemente el fin del período eoceno; los depósitos tumultuosos del Oligoceno inferior se sedimentaron sobre las calizas desplazadas; pero el sinclinal que la figura 45 acusa en las pudingas oligocenas, demuestra que más tarde se produjo un nuevo hundimiento que las volvió á levantar al mismo tiempo que á las calizas eocenas subyacentes.

Continuamos nuestro camino hacia el Barranch d' Ulls de Llorens, barranco transversal que desciende de la montaña de Montroig, de-

jando á la izquierda el monte San Salvador. Lo subimos desde su confluencia con el Segre, y su corte se representa en la figura adjunta (fig. 44).

El interés de este corte, que comienza en una mancha eocena enclavada entre el Muschelkalk y el Keuper, se aumenta por la presencia de un asomo de ofita, en donde abunda el mineral azul celeste, llamado por Lasaulx *aerinita*, y cuyo yacimiento era un secreto cuidadosamente guardado por los comerciantes de minerales de los Pirineos, hasta que en 1882 le descubri y publiqué (1).

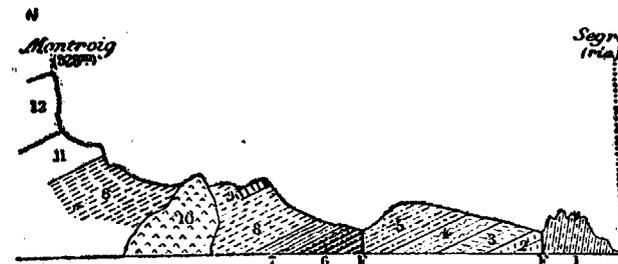


Fig. 44.—Corte del barranco Ulls de Llorens: longitud, 3 kilómetros; alturas libres.

MUSCHELKALK.—4. Caliza en lechos delgados cuya superficie está llena de fucoides y diversos moluscos: *Chemnitzia*, *Myophoria*, *Natica gregaria* y *Crinoides*. Corresponde al Muschelkalk bien caracterizado y al punto más fosilífero de la provincia de Lérida.

Una falla pone este isleo triásico en contacto con otro eoceno que no es más que la prolongación al S. de las capas de Camarasa y del monte San Salvador. Este isleo eoceno se compone en orden ascendente de los bancos que siguen:

NUMULÍTICO.—2. Caliza blanquecina arcillosa: *Alveolina elongata*.

3. Caliza margosa con *Natica*, *Terebellum* y *Alveolina*.

4. Caliza blanca y rojiza: *Eupatagus* y *Pecten*.

5. Caliza nankin con Miliolites *Alveolina elongata*; este banco corresponde al que se explota al pie de la ladera de Camarasa. Una falla pone el Numulítico en contacto con el Triás superior que sigue ahora.

KEUPER.—6. Yeso moteado: constante en los afloramientos ofíticos.

7. Yeso blanco y margas yesosas.

8. Yeso rojizo al principio, después blanco, en potentes bancos que se

(1) Yacimiento de la «aerinita.» (BOLETÍN de la Com. del Mapa geol. de España: Madrid, 1882.)

extienden por el flanco meridional de la sierra de Montroig, conteniendo una pequeña hilada de caliza.

9. Hilada caliza intercalada entre yesos.
10. Ofita. Esta roca está atravesada en todos sentidos por venas y pequeños filones de *aerinita* y de *feldespato*.
11. Lías medio y superior de la sierra de Montroig.
12. Cretáceo superior.

## DE CAMARASA Á VILANOVA DE MEYA

### 1.º—De Camarasa á Alós (12 quilómetros).

El 15, á las ocho de la mañana, salimos en caballerías para ir, por Alós de Balaguer, pueblo situado en la orilla del Segre, á Vilanova de Meyá, al pie de la vertiente meridional del Montsech.

Marchamos primeramente sobre los yesos triásicos del pie de la montaña de San Jordi, á la que daremos la vuelta, dejándola siempre á la izquierda, para descender al Segre por Collada Carbonera. A nuestra derecha se desarrollan las pudingas, margas y yesos oligocenos, muy levantados en las proximidades de los yesos (60°). A las nueve llegamos á Collada Carbonera, que es un collado situado en las margas triásicas, que continuarán durante toda la bajada hasta el río: descansan sobre calizas litográficas, cuyos bancos se levantan fuertemente por el lado del E.

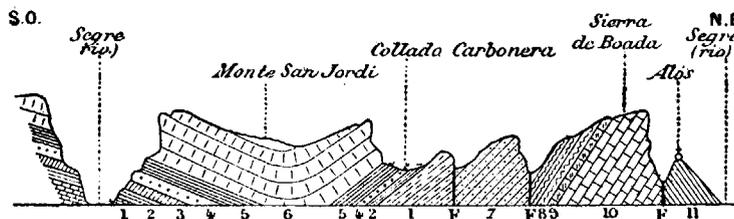


Fig. 45.—Corte del Segre, de Alós á la confluencia del Noguera Pallaresa: longitud, 42 quilómetros; alturas libres.

LÍAS.—4. Caliza litográfica.

2. Margas fosilíferas del Lías medio y superior.

3. Dolomía supraliásica: este banco se adelgaza aproximándose al fondo del anticlinal y desaparece en el flanco que acabamos de recorrer.

SANTONIENSE.—4. Arenas y areniscas subordinadas á un banco de caliza arenosa llena de rudistos: *Sphaerulites Toucasi* y otros *Sphaerulites*.

5. Margas santonienses.

CAMPANIENSE.—6. Calizas.

7. Caliza arenosa y arenisca rojiza con rudistos indeterminables. Este isleto cretáceo, que toca por falla á las calizas levantadas del Lías, es referido al Campaniense solamente por analogía mineralógica.

NUMULÍTICO.—8. Caliza con *Alveolinas* en contacto por falla con las hiladas precedentes: por debajo de esta caliza se encuentran margas (9) de color de heces de vino, poco manifiestas entre los grandes bloques que llenan el valle y recuerdan las margas garumnenses.

CAMPANIENSE.—10. Caliza idéntica á la que forma las alturas de San Jordi. La gran *Rhynchonella* redondeada, que hemos citado, es abundante.

MUSCHELKALK.—11. Calizas hojosas con fucoides y pequeñas bivalvas indeterminables: forman toda la ladera donde se encuentra el pueblo de Alós; una falla, la tercera que hemos visto en nuestra excursión, la separa de las otras formaciones. Una bonita *brecha de falla* se puede observar en este sitio, constituida principalmente por fragmentos de caliza tabular.

En este trayecto puede observarse cómo la dolomía oscura buza hacia el lecho del Segre; cómo la arenisca ferruginosa con *Radiolites* del Santoniense de San Jordi, se transforma en arenas blancas y rojas, y cómo todo este conjunto, buzando de 50 á 30° hacia el O. 45° N., va á unirse, por debajo de las calizas campanienses de la cumbre, á los bancos que vimos ayer. En resumen, esta montaña representa un amplio sinclinal muy visible al otro lado del Segre.

Marchamos hacia arriba hasta Alós, sobre la orilla izquierda del río, cuyo corte geológico está representado en la figura 45, que ha sido completado hacia abajo hasta la unión del Noguera Pallaresa con el Segre, aunque este trozo de terreno no haya sido recorrido en nuestra excursión.

### 2.º—De Alós á Vilanova de Meyá (12 quilómetros).

Después del mediodía salimos de Alós y dejamos el Segre, para dirigirnos á través de la montaña á Vilanova de Meyá. Podíamos haber marchado siguiendo el Segre hasta Baldomá (una hora) y seguir el valle del río Boix hasta Vilanova; pero el viaje era más largo y menos instructivo.

La figura 46 nos da el corte de la región recorrida entre Alós y Santa María de Meyá, al pie del Montsech.

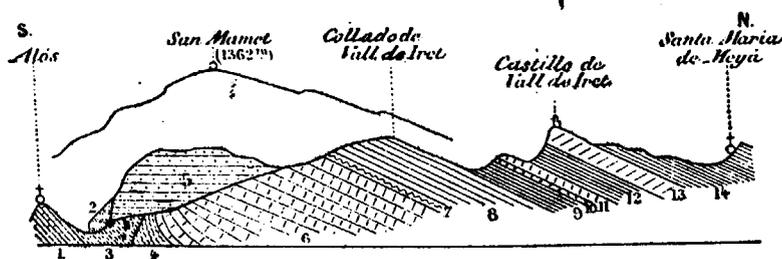


Fig. 46.—Corte de Alós á Santa María de Meyá: longitud, 12 kilómetros; alturas libres.

**MUSCHELKALK.**—4. Las calizas del Muschelkalk terminan al pie de la ladera de Alós.

**CUATERNARIO.**—2. El barranco de Alós pasa al lado de un depósito cuaternario que no nos entretiene en su estudio á causa de su pequeña importancia y que descansa sobre los yesos del Keuper: consiste en arcillas y conglomerados.

**KEUPER.**—3. Yesos blancos concordantes con las calizas del Muschelkalk.

4. Yeso abigarrado; indicios de algún asomo de ofita, roca que aparece en muchos puntos de esta localidad.

**OLIGOCENO.**—5. Pudingas y margas rojas en bancos casi horizontales. Constituye una potente formación que se extiende considerablemente al pie de los Pirineos: es la misma que hemos visto en Montserrat y en los alrededores de Camarasa; pero si en este último punto ha estado sometida á efectos tectónicos considerables, aquí no parece haber experimentado otros que los de la denudación.

**CRETÁCEO SUPERIOR: Campaniense.**—6. Bajo estos conglomerados terciarios, se desarrolla una potente serie de calizas, calizas arcillosas y calizas arenosas. Es muy difícil establecer una separación entre sus diferentes miembros. Los bancos están en un principio muy levantados y después quedan con buzamiento de 20° á 40° hacia el NE. En el sitio llamado Partida de la Dona Morta hemos recogido dos ejemplares de un *Pecten* con amplias costillas finamente imbricadas, especie nueva muy característica del Campaniense en Cataluña.

7. Un banco con *Hippurites Heberti* y *H. Vidali* se encuentra cerca del punto más alto de nuestro camino.

**MAESTRICHCIENSE.**—8. Estamos en el Col del Vall de Iret y las calizas margosas suceden á las calizas campanienses: no hemos tenido tiempo de buscar fósiles; pertenece al Maestrichciense. Desde este collado descendimos al valle de Iret que tenemos que atravesar marchando hacia el valle de Meyá.

El valle de Iret tiene un color rojo sorprendente. Pudiera creerse que entrábamos en la Arenisca abigarrada; pero la superposición y la concordancia de sus hiladas con las capas cretáceas que acabamos

de ver, nos indica que estamos en el Garumnense, cuya facies rutilante es bien característica.

**GARUMNENSE.**—9. Calizas arcillosas y margas de colores variados, forman la primera depresión del terreno.

40. Banco grueso de arenisca de granos grandes aflora sobre las margas.

41. Una potente hilada de caliza lacustre se destaca en la arista aguda á lo largo del valle: éste es un punto de referencia precioso para la clasificación de estas hiladas

En efecto: el que haya visitado la serie garumnense del N. de Berga, provincia de Barcelona, no ha podido menos de observar el poderoso banco de caliza de Vallcebre, que se levanta como un muro inaccesible siguiendo las ondulaciones del terreno, y que rodea como una fortificación natural la extremidad de este pueblo.

La caliza de Vall de Iret es idéntica, mineralógicamente, á la de Vallcebre, y descansa también sobre un banco de arenisca de granos gruesos que á su vez se apoya sobre las margas moteadas.

He demostrado en mi Nota sobre la presencia de la fauna de Rilly, en los Pirineos catalanes, que en la caliza de Vallcebre se debe ver el término superior de la serie garumnense; que las margas rojas que sobre ella descansan no deben ser clasificadas en el Garumnense más superior, como se ha hecho hasta aquí, porque ocupan el lugar de los bancas con *Paludina aspersa* de Espinalbet (cercanías de Berga): deben, pues, ser incluídas en la base del Numulítico y constituyen una formación lacustre que precede al depósito marino de las calizas con *Alveolina*.

Así, pues, veremos también en esta caliza lacustre del Vall de Iret, tan idéntica, mineralógica y estratigráficamente, á la de Vallcebre y de Espinalbet, el término del Cretáceo más superior, é incluiremos en el Terciario todo lo que viene á continuación.

**NUMULÍTICO.**—12. Margas de color heces de vino: grueso depósito rutilante equivalente á las margas con *Paludina aspersa* de Espinalbet.

43. Caliza con *Alveolina* que se manifiesta detrás de la segunda depresión del terreno ocupada por las margas precedentes. Esta hilada, muy potente, formando las crestas que bordean el costado N. del valle de Iret, pasa por las ruinas del Castillo de Vall de Iret, donde está el collado de este nombre. Desde este paraje, y mirando al N., el horizonte se halla limitado por el macizo de la sierra del Montsech, que se extiende de E. á O., al otro lado del valle de Meyá, donde vamos á bajar.

Se han recogido aquí diversos ejemplares de *Ostrea unciifera*; pero no estaban en su sitio y creo que el banco de donde proceden es inmediatamente superior á las Alveolinas, como lo he visto en otros parajes.

44. Desde el collado de Vall de Iret, donde llegamos desde Alós en dos horas, el descenso se hizo atravesando bancos margosos del Numulítico, de 800 metros de espesor. Estos bancos se interrumpen por

falla en la base del Montsech, donde aparecen formaciones antiguas, Trias y Lias, mientras que del otro lado de la sierra las alturas están formadas por las mismas margas numulíticas que aquí quedan por debajo.

La serie cretácea y terciaria que acabamos de atravesar desde Alós á Meyá, forma parte del macizo de San Mamet, que hemos dejado siempre á la izquierda, y que es el punto culminante de esta faja de cerca de 60 kilómetros de longitud. En la época en que se produjo la gran fractura longitudinal del Montsech E.-O., este macizo se hundió, descendiendo cerca de 2000 metros <sup>(1)</sup>. Llegamos á Santa María de Meyá á las cuatro de la tarde, y desde este pueblo marchamos hacia el E., siguiendo la base del Montsech, á lo largo de las margas eocenas, para llegar en media hora próximamente á Vilanova de Meyá.

### Ascensión al Montsech.

Vilanova de Meyá está edificado en la base del Montsech, sobre el lado derecho de un profundo barranco que desciende del centro de la sierra por una estrecha garganta caliza llamada el *Pas Nou*.

Los bancos de molasa de la parte alta del Numulítico, que forma el fondo del valle, están en contacto con una ofita que asoma al pie del Montsech: pudiéramos ver este contacto si hiciéramos la ascensión por la ermita de Meyá que domina al pueblo por el N.; pero la constitución geológica de la sierra se estudia mejor pasando por el *Pas Nou* hasta *Hostal Roig* y descendiendo por el *Pas de les egües*.

En hora y media subimos en caballería el estrecho destiladero calizo de *Pas Nou*, y llegamos á *Hostal Roig*, pobre albergue en el interior del macizo montañoso. La profunda garganta que hemos seguido es sin duda el resultado de una fractura abierta en el macizo calizo de Montsech, porque la corriente de agua que circula por su fondo es tan corta é insignificante, que no habría podido producir por denudación efectos tan considerables.

Detenidos por una lluvia torrencial en el *Hostal Roig*, no salimos hasta el mediodía. Estamos en una pequeña llanura dominada por las cumbres del Montsech, de donde parten al E. el *Pas Nou*, naci-

(1) En 1875 di á conocer la formación de la sierra del Montsech en mi *Geología de Lérida*.

miento del río Boix, y al O. el torrente Barcedana, afluente por la izquierda del Noguera Pallaresa. Las margas rojas del Garumnense forman el suelo y los flancos del lado N. Podríamos seguir las descendiendo el Barcedana hasta el pie del pueblo de Llimiana, donde encontraríamos un hermoso banco de rudistas buzando al N., que es el afloramiento más meridional del rico yacimiento de *Hippurites Castroi* de Isona, donde los radiolites predominan y donde se encuentran grandes ejemplares de *Sphærulites Toucasi*. Más al O., sobre la orilla derecha del Noguera Pallaresa, abundan en este banco los *Radiolites Moroy* y *Monopleura Moroy*, formas que describí en 1878 <sup>(1)</sup>.

Las alturas que dominan al *Hostal Roig* por el lado N. son terciarias: forman la montaña de San Salvador de Toló, donde las capas más bajas están constituidas por la caliza con *Alveolinas*, descansando sobre las margas garumnenses, y en la cumbre las margas azules con un banco grueso con *Ostrea multicosata*.

Después del mediodía, y habiendo aclarado el tiempo, tomamos el sendero que atraviesa de N. á S. el Montsech por el *Pas de les egües*, collado situado en la cresta de la sierra, á dos kilómetros al S. del *Hostal Roig*.

El corte siguiente (fig. 47) da la sucesión de los terrenos que hemos atravesado:

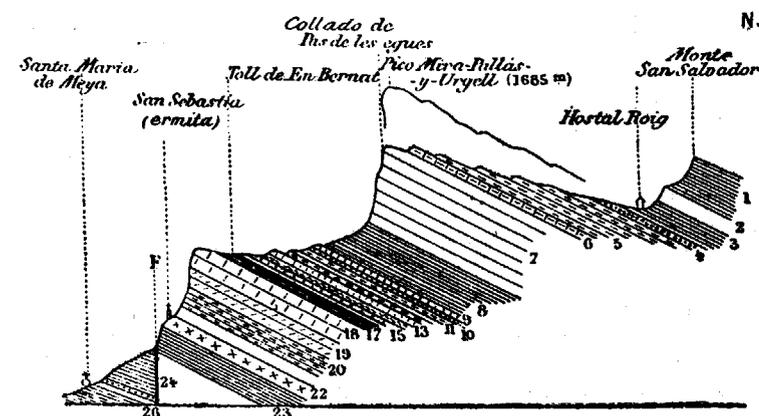


Fig. 47.—Corte de la montaña del Montsech: longitud, 4 kilómetros; alturas libres.

(1) L. M. Vidal, *Nota acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña*. (BOLETÍN de la Com. del Mapa geol. de España: Madrid, 1878.)

NUMULÍTICO.—4. Margas azules con *Ostrea multicosata*.

2. Caliza con *Alveolina*.

GARUMNENSE.—3. Margas rojas: banco de rudistas, *Hippurites Castroi*, *Sphaerulites Toucasi*, *Radiolites Moroy* y *Monopleura Moroy*.

Lignito en capas delgadas entre bancos de calizas margosas. Estas dos últimas hiladas, ocultas por la tierra vegetal, no son visibles en el camino, y no afloran más que en el barranco de la Barcedana.

MAESTRICHCIENSE.—4. Banco con *Hippurites radiosus*. Este banco, que yo no había observado en mis anteriores excursiones al Montsech, ocupa el mismo nivel que otro que ya señalé en Saldes y Vallcebre (provincia de Barcelona) y que contiene *Hippurites Lapeyrousei*.

5. Serie de hiladas margosas que se pueden seguir á lo largo de la vertiente N. de la cordillera. Por este lado E. no son fosilíferas; pero al O., sobre el pueblo de Alzamora, contiene *Orbitoides media*, *Ostrea larva* y *Pecten Dujardini*. Su espesor es de unos 450 metros.

CAMPANIENSE.—6. Banco de rudistas cerca del Collado. Aflora en el borde del sendero, donde se puede recoger gran número de *Hippurites Vidali*, *H. Archiaci* y *H. Heberti*; el *H. variabilis* es menos abundante, y hay también algunos *Sphaerulites*. Entre los ejemplares que he recogido en este sitio, M. Douvillé ha reconocido el *H. serratus* en un individuo que manifiesta en su ganga *Orbitoides media*. No me explicaba yo la presencia en este paraje de representantes del Maestrichciense, porque no sabía que existiera otro nivel de rudistas entre los *Hippurites Vidali* y el Garumnense; pero el descubrimiento del banco con *H. radiosus* explica fácilmente el del *H. serratus* (especie de la misma edad, que existe en este nivel, con *Orbitoides media*, en la Conca de Tremp, al N. del Montsech), rodado entre los ejemplares de otro banco inferior.

Este banco con *Hippurites Vidali* aflora en muchos collados á lo largo de la cordillera y en el Montsech occidental: en Montsech de Ager se le ve descansar sobre un banco margoso con foraminíferos del género *Amphistegina*, especie que M. Schlumberger estudia en este momento.

7. El collado del Pas de les egües está abierto en un macizo calizo que sigue inmediatamente, formando sobre la vertiente meridional de la cordillera una escarpa de 200 metros de altura, por la cual vamos á descender. Los bancos buzan 30° N. 20° E.

El panorama que se observa desde este collado, mirando al S., es espléndido: á consecuencia de su altitud (1376 metros) se domina toda la llanura de Urgel por encima de las montañas de San Mamet, que ayer dejamos á la izquierda, y las de Montroig, que hemos visto cerca de Camarasa al N. del pueblo.

El descenso no es penoso; pero los bancos calizos campanienses son tan poco fosilíferos, que no nos detuvimos en su examen y entramos rápidamente en las margas santonienses.

Al pie de esta escarpa caliza, que se dirige de E. á O., con desvia-

ción de unos 20° al N., se extiende en toda la longitud de la cordillera una llanura poco regular, de un quilómetro de ancha á lo más, surcada por amplios barrancos. Atravesándola de N. á S., nos encontramos al borde de una segunda escarpa de 400 metros de altura, que forma otra paralela á la de la cresta, desde donde se domina el valle de Meyá.

La grada en cuestión es de margas santonienses; la escarpa que sigue pertenece al Cretáceo inferior y al Lías: esta grada, formada por denudación de las hiladas santonienses de débil consistencia, forma el límite entre el Cretáceo inferior y el superior.

SANTONIENSE.—8. Margas amarillas y azuladas, de unos 400 metros de espesor. Su parte alta es poco fosilífera: he recogido en Montsech de Ager algunos *Sphaerulites sinuata* silicificados y un crustáceo de la subclase de los *Podophtalmos*. En Montsech de Meyá, donde nos encontramos, no he descubierto más que un ejemplar grande de *Hippurites galloprovincialis*, ejemplar notable por el abultamiento que presenta en la extremidad de la arista cardinal; anomalía que no he observado en esta especie en Cataluña, pero que, según M. Douvillé, no es rara en los individuos de los Pirineos de Francia.

He observado en el plano de contacto de las margas santonienses y de las calizas campanienses, un banco de arena blanca y ferruginosa de dos metros, que no se extiende por completo á todo lo largo de la cordillera; no existe más que en el término de Rubies, y por esto no la he hecho figurar en el corte.

La parte inferior de las margas santonienses es muy fosilífera; no señalo aquí más que algunas de las especies recogidas:

|                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Hippurites canaliculatus.</i> | <i>Cyclolites ellipticus.</i>     |
| — <i>Carezi.</i>                 | <i>Diploctenium subcirculare.</i> |
| — <i>Maestrei.</i>               | <i>Ceratotrochus minimus.</i>     |
| — <i>microstylus.</i>            | <i>Placosmilia Vidali.</i>        |
| — <i>Montsecanus.</i>            | <i>Cyphosoma Maresi.</i>          |
| — <i>cf. socialis.</i>           | <i>Micraster coranguinum.</i>     |
| <i>Radiolites angulosus.</i>     | <i>Goniopygus Marticensis.</i>    |
| — <i>laciniatus.</i>             | <i>Salenia scutigera.</i>         |
| — <i>fissicostatus.</i>          | <i>Cidarid spinosissima.</i>      |
| <i>Sphaerulites sinuatus.</i>    | <i>Ostrea caderensis.</i>         |
| — <i>Pailletei.</i>              | — <i>plicifera.</i>               |
| — <i>Patara.</i>                 | — <i>galloprovincialis.</i>       |
| — <i>Toucasi.</i>                | <i>Janira quadricostata.</i>      |
| <i>Pachygyra Labyrinthica.</i>   | <i>Lima Marticensis.</i>          |
| <i>Calumnastræa striata.</i>     | <i>Nucula tenera.</i>             |
| <i>Astrocamia Konincki.</i>      | <i>Corbula striatula.</i>         |
| — <i>decaphyllia.</i>            | <i>Terebratula Nanclasi.</i>      |
| <i>Isastræa Reussi.</i>          | <i>Rhynchonella Lamarckiana.</i>  |
| <i>Leptoria Konincki.</i>        | <i>Lacazina compressa.</i>        |
| <i>Cyclolites polymorphus.</i>   |                                   |

Creo bastante difícil fijar los horizontes propios de algunas especies importantes de esta lista, puesto que mis observaciones me han dado resultados diferentes, según las localidades que he visitado á lo largo del Montsech. Por ejemplo, á la extremidad E. de la cordillera, sobre la vertiente izquierda del Pas Nou, he encontrado *Ostrea galloprovincialis* y *Lacazina compressa* en las margas con zoófitos, con *Cyclolites elliptica* y *Columnastræa striata*, directamente superpuestas á las areniscas ferruginosas, que abundan en *Hippurites canaliculata*, *H. Carezi* y *Cyclolites*; mientras que marchando al O., muy cerca del camino que hoy seguimos, encontraremos, en orden descendente, la base de las margas santonienses, formada por hiladas con *Hippurites canaliculata*, *H. Carezi*, *H. Monsacana*, *Placostomia Vidali* y *Lima Marticensis*; y por debajo las capas siguientes:

9. Calizas (10 metros).

10. Arenisca rojiza.

11. Margas verdosas con *Lacazina compressa*.

Y marchando más al O. todavía, en Montsech de Ager veríamos que la *Ostrea galloprovincialis* y *Lacazina compressa* son inferiores á las margas con *Lima Marticensis*.

Este hecho, fácil de comprobar en localidades de regularidad estratigráfica perfecta y donde no ha habido inversiones, parece indicar que, en Cataluña, la *Ostrea galloprovincialis* no tiene la importancia geológica que en el Ariège, donde M. Toucas, en su Memoria *Révision de la creie à Hippurites* (B. S. G. F., 4896), dice que ha visto constantemente separar el Campaniense del Santoniense.

CONIACIENSE.—12. Bajo las hiladas más inferiores con *Lacazina compressa*, el Coniaciense está representado por un banco con *Hippurites resectus* y *Sphaerulites*. Si le siguiéramos al O., le veríamos presentar en Montsech de Ager *Hippurites Moulinsi* y *H. Premoulinsi* al lado del *H. resectus*.

13. La hilada que sigue es una caliza blanca con foraminíferos microscópicos, entre los cuales se distingue á simple vista una larga *Alveolina* semejante (según M. Schlumberger) á una especie inédita encontrada en el Terciario por M. Munier-Chalmas. Esta aparición del género *Alveolina* en medio de los estratos cretáceos es un hecho notable, pero que no nos debe sorprender, puesto que M. Glangeaud la ha encontrado en el Portlandiense.

14. Caliza margosa con fósiles indeterminables, gasterópodos, zoófitos y fucoides. La clasificación de estas dos últimas hiladas, cuyo espesor no pasa de una docena de metros, es difícil sin el concurso de la Paleontología. Las he incluido en el Coniaciense, admitiendo que el Albiense y el Cenomanense faltan en el Montsech.

URGO-APTIENSE.—15. El Cretáceo inferior comienza por un banco de caliza arcillosa que contiene algunas ostras planas.

16. Banco de ostras: *Ostræa Boussingaulti* y *Ostræa prælonga*?

17. Margas con *Cassiopa Lujani*, *C. strombiformis*, *Cerithium Cassendi*, *C.*

*Valeria*, *C. viccinum*, *Natica Filæ*, *Apporrhais Benifacæ*, *Terebratula sella*. Estas margas contienen un banco de lignito.

La localidad se denomina Toll d' En Bernat. A un quilómetro al O., en el sitio llamado Coveta d' En Tardá, este banco de lignito, que ha sido objeto de diversas exploraciones mineras, está comprendido entre dos bancos con *Orbitolina conoidea*.

Nos hallamos en el borde de la escarpa inferior del Montsech.

18. Caliza con *Matheronia* y *Requienia Lonsdalei*.

19. Caliza compacta.

Estas dos hiladas no tienen menos de 120 metros de potencia.

JURÁSICO.—20. Caliza litográfica que está en explotación. Incluyo en el Jurásico esta potente hilada, guiado solamente por el carácter petrográfico, porque no se encuentran más que restos vegetales indeterminables. Es una caliza que se parte en grandes losas desde 20 centímetros de grosor hasta algunos milímetros.

21. Caliza compacta: estas dos últimas hiladas tienen 400 metros de potencia.

LÍAS MEDIO.—22. Dolomía: banco que se encuentra un poco antes de llegar á la ermita de San Sebastián. Siempre he incluido esta hilada en el Lías; y las razones que he tenido para obrar así, están confirmadas por la presencia de la caliza 20, cuyo aspecto jurásico aleja más aún la idea de atribuirlo al Cretáceo.

23. Margas arriñonadas amarillentas con *Ostræa sublobata*, *Pleuromya* y *Pholadomya*. Aquí es donde termina la serie descendente, para dar lugar á las hiladas terciarias que la falla del Montsech pone en contacto con los terrenos jurásicos que acabamos de seguir.

NUMULÍTICO.—24. Encontramos primeramente el maciño, areniscas y margas arenosas sin fósiles, buzando de 70 á 30° hacia el N.

25. Más abajo aparece, bajo el Calvari de Santa María de Meyá, un yacimiento muy rico. Las especies más abundantes son: *Potamides Monsecanum*, *P. Orengæ*, *Turritella Duvali* y *Ampullina Vidali*, de las que se puede hacer una buena recolección. Otras especies menos frecuentes son: *Potamides Palensis*, *Turritella uniangularis*, *Bezanconia Pyrenaica*, *Melanopsis Vicentina?* y *Cerithium hexagonum*.

26. Banco de *Ostræa multicostrata*.

27. Margas arenosas: potente serie que seguimos hasta Santa María de Meyá, y después hasta Vilanova de Meyá.

### Regreso á Barcelona.

Al día siguiente regresamos á Barcelona, yendo en tartana por Artesa de Segre y Agramunt hasta Tárrega, donde tomamos el tren. El regreso se hizo, pues, por una comarca distinta, al través de los sedimentos oligocenos, lo que ha permitido que formemos idea de los movimientos que se han operado en el conjunto.

El Eoceno del valle de Meyá desaparece á unos dos kilómetros de Vilanova, bajo un gran manto de conglomerados y margas rojas oligocenas que ya conocemos, que lo cubre todo en discordancia de estratificación, contorneando el Montsech por el lado E.

Esta potente formación deja al descubierto las calizas cretáceas, que asoman por debajo de ella algunos metros antes de llegar á Alentorn, pueblecito situado á una hora de Artesa. Estas calizas forman parte del macizo cretáceo de San Mamet, que queda á nuestra derecha, y los últimos bancos que cortamos están cuajados de *Sphaerulites* muy grandes de láminas muy onduladas, entre los cuales se encuentra *Sphaerulites Toucasi*. Atribuyo este banco al Santoniense.

Las pudingas oligocenas en capas casi horizontales son las rocas predominantes, y después de atravesar el Segre aparecen en la orilla izquierda del río muy levantadas y con fuerte buzamiento al N. en Artesa. Este pueblo está, pues, situado sobre el flanco N. de un anticlinal constituido por la colina que le domina, y corresponde al primero de los tres pliegues bien marcados que se observan marchando á Tárrega.

En la cumbre de la sierra de Montclar, entre Artesa y Agramunt, se manifiesta otro pliegue: los conglomerados se han transformado en maciños, los bancos de yeso afloran por debajo, y todo está fuertemente plegado por un potente esfuerzo tangencial.

Entre Agramunt y Tárrega se ve otro pliegue menos pronunciado, que corresponde á la sierra de Almenara. Bancos calizos regulares alternan con margas rojas, y son la prolongación de la serie que hemos visto en la parte alta de la gran formación lacustre de Calaf y San Guim.

La formación oligocena, que hemos podido observar en todo su espesor desde Montserrat á Montsech, presenta, pues, en la base un potente depósito de conglomerados que se extiende á lo largo de las cordilleras de donde él procede; en los Pirineos cubre los contrafuertes de esta cordillera; sus elementos se atenúan comenzando hacia el S., y se transforma en maciños, areniscas y margas. En la cordillera litoral, en Montserrat, presenta el mismo aspecto: pudingas de gruesos elementos que, avanzando hacia el interior, pasan á maciños y margas. Pero aquí, la cordillera de donde proceden estos conglomerados ha desaparecido en gran parte por hundimiento en el Mediterráneo, cuando se produjo el circo de hundimiento que delimita la costa catalana. El macizo de calizas de Garraf y de Begas

no es otra cosa que un antiguo contrafuerte, hoy día más bajo que las hiladas de Montserrat, que se formaron á sus expensas. Los conglomerados de Montserrat constituyen la extraña y característica silueta de esta elevada montaña, tan alejada de los Pirineos y rodeada de formaciones que, excepto la del macizo calizo de la costa, no han podido suministrar elementos para formar estas pudingas, donde las calizas dominan. Estos conglomerados son, pues, la mejor demostración de la teoría que supone al S. de la costa mediterránea un continente antiguo, sumergido en su mayor parte en el mar, y del que las islas Baleares no son más que un pequeño testigo.

Los sedimentos que llenaron el lago que ocupó gran parte de Cataluña durante la época oligocena, no han quedado en reposo después de esta época: estuvieron sometidos á los movimientos correspondientes al levantamiento de la cordillera pirenaica, aunque ya muy atenuados; pero en algunos sitios han sido fuertemente trastornados, como puede comprobarse en Camarasa y en los pliegues que se ven de Tárrega á Artesa, que demuestran que no han resistido los impulsos horizontales producidos más tarde, cuando la costa catalana adquirió su principal relieve.

Octubre de 1898.

L. M. VIDAL.

M. STUART-MENTEATH, con motivo de la excursión por la provincia de Lérida, hizo las observaciones siguientes:

«La vertiente meridional de los Pirineos de Cataluña está cubierta por el Oligoceno, compuesto de sedimentos rojos que con frecuencia es imposible distinguir del Triás, y que, por consiguiente, han sido confundidos con este último terreno. La base del Oligoceno está formada por yeso de un espesor irregular; se manifiesta en todos los parajes donde los pliegues ó fallas la han puesto al descubierto. Entre Olot y la mina de hulla de San Juan de las Abadesas, se ve que este yeso descansa, poco inclinado, sobre más de 500 metros del Eoceno medio, caracterizado por sus fósiles. El Eoceno descansa sobre 30 metros de caliza del Lias que cubre al Triás, y el que, á su vez, se apoya en discordancia completa sobre el Hullero.

El Oligoceno con yeso descansa en discordancia sobre todos los

terrenos más antiguos. A veces su contacto con el Trias ha ocasionado confusiones: así es que en Alós se ha incluido en el Oligoceno al yeso triásico. En algunas gargantas muy profundas pueden observarse las relaciones que existen entre estos terrenos. En Cataluña hay frecuentemente asociación del Oligoceno y del Trias.»

M. Stuart-Menteath admite que con frecuencia, como en Camarasa, la ofita transforma la caliza del Muschelkalk en yeso; y ocurre lo mismo cuando esta caliza está envuelta por el Oligoceno yesoso.

## ÍNDICE

### DE LAS EXCURSIONES VERIFICADAS DURANTE LA REUNIÓN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE FRANCIA EN BARCELONA

|                                                                                                                                                | Páginas. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| De Gerona á Olot y á San Juan de las Abadesas, por D. Luis M. Vidal.                                                                           | 1        |
| Observaciones acerca de la región volcánica de Olot, por el Sr. Stuart-Menteath.....                                                           | 6        |
| De Sans á Montjuich, por D. Jaime Almera.....                                                                                                  | 8        |
| De Olesa á La Puda y Montserrat, por D. J. Almera.....                                                                                         | 22       |
| Faja numulítica del macizo antiguo de Barcelona y estudio de la fauna oligocena de Calaf, por D. Carlos Depéret.....                           | 48       |
| Criadero de sal de Cardona, por D. L. M. Vidal.....                                                                                            | 61       |
| Excursión á Moncada y Sardanyola, por D. J. Almera.....                                                                                        | 68       |
| A Gracia y El Coll (Horta) y al Tibidabo y Esplugas, por D. J. Almera.....                                                                     | 79       |
| Excursión á Castellbisbal y al Papiol, por D. J. Almera.....                                                                                   | 107      |
| Excursión á Gavá, Brugués, Begas y Vallirana, por D. J. Almera....                                                                             | 136      |
| Excursión á Castelldefels y costas de Garraf, por D. J. Almera.....                                                                            | 150      |
| Alrededores de Vilanova y de Vilafranca, por D. J. Almera.....                                                                                 | 163      |
| El Trias con ceratites y el Eoceno inferior de la estación de Olesa (Barcelona), por D. Arturo Bofill.....                                     | 180      |
| Nuevas observaciones sobre las faunas silurianas de los alrededores de Barcelona, por D. Carlos Barrois.....                                   | 184      |
| Las rocas eruptivas de la provincia de Barcelona, por D. Ramón Adán de Yarza.....                                                              | 186      |
| Excursiones á Castellví de la Marca, al valle de San Pau de Ordal y á San Sadurn de Noya, por D. J. Almera.....                                | 196      |
| Nota acerca de la dolomía de Cataluña y de los Pirineos, por Stuart Menteath.....                                                              | 246      |
| Los terrenos neógenos de Barcelona, por D. Carlos Depéret.....                                                                                 | 248      |
| El Cretáceo superior del valle de La Muga (Gerona), por D. L. M. Vidal.....                                                                    | 224      |
| Sobre la existencia del terreno infraliásico en España, por D. S. Calderón.....                                                                | 234      |
| Sobre los terrenos paleozóicos de los alrededores de Barcelona y comparación con los de la Montagne Noire (Languedoc), por D. J. Bergeron..... | 234      |
| Relación entre la Geología y la Hidrología en Cataluña, por D. G. F. Dollfus.....                                                              | 243      |
| Excursiones de la provincia de Lérida, por D. L. M. Vidal.....                                                                                 | 251      |

# INDICE

## DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO VII (2.<sup>a</sup> SERIE)

|                                                                                                                                      | Páginas. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| PRÓLOGO.....                                                                                                                         | IX       |
| Descripción de la cuenca carbonífera de Sabero, provincia de León,<br>por D. L. Mallada.....                                         | 4        |
| Fósiles devonianos de Santa Lucía, por D. P. Oehlert, traducción de<br>D. R. Sánchez Lozano.....                                     | 67       |
| Excursiones verificadas durante la reunión de la Sociedad geológica<br>de Francia en Barcelona en Septiembre y Octubre de 1898. .... | 89       |

# INDICE

## DE LAS LÁMINAS CONTENIDAS EN EL TOMO VII (2.<sup>a</sup> SERIE)

|                                                                    | Láminas. |
|--------------------------------------------------------------------|----------|
| Plano de la cuenca bullera de Sabero, por D. L. Mallada.....       | I        |
| Fósiles devonianos de Santa Lucía. ....                            | II       |
| Cantera de sal en el criadero de Cardona.....                      | III      |
| Pliegues en el criadero de sal (La Salvoja), cerca de Cardona..... | IV       |





## CATÁLOGOS

- MALLADA (D. LUCAS).**—Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 1 á 80.—Láms. I y II.
- CARBONÍFERO.**—Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geológico de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 1 á 80.—Láms. I y II.
- GEOLOGÍA MINERA.**—Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geológico de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899.—Madrid, 1902, págs. 1 á 80.—Láms. I y II.
- CÓRDOBA.**—Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 1 á 80.—Láminas I y II.
- OEHLERT (SR. D. P.)**—Fósiles devonianos de Santa Lucía.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 84 á 151, con doce grabados en el texto y tres láminas aparte.
- DEVONIANO.**—Fósiles devonianos de Santa Lucía, por el Sr. D. P. Oehlert.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 84 á 151, con doce grabados en el texto y tres láminas aparte.
- PALEONTOLOGÍA.**—Fósiles devonianos de Santa Lucía, por el Sr. D. P. Oehlert.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 84 á 151, con doce grabados intercalados en el texto y tres láminas aparte.
- LEÓN.**—Fósiles devonianos de Santa Lucía, por el Sr. D. P. Oehlert.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 84 á 151, con doce grabados en el texto y tres láminas aparte.

LUGO.—Minas del término de Begonte, por D. Lucas Mallada.—Boletín de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 198 y 199.

SEVILLA.—Minas del término de Guadalcanal, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 153 á 163.

SEVILLA.—Minas de los términos de San Nicolás y Constantina, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 163 á 165.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 205 á 219.

GEOLOGÍA MINERA.—Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres. Criaderos de hierro del río Ibor, por D. Rafael Sánchez Lozano.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 205 á 219.

CÁCERES.—Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres. Criaderos de hierro del río Ibor, por D. Rafael Sánchez Lozano.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 205 á 219.

CORTÁZAR (EXCMO. SR. D. DANIEL DE).—Las hachas de piedra pulimentada en España.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 221 á 231.—Tres láminas aparte (6, 7 y 8).

PREHISTORIA.—Las hachas de piedra pulimentada en España, por Don Daniel de Cortázar.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 221 á 231.—Tres láminas aparte (6, 7 y 8).

ESPAÑA.—Las hachas de piedra pulimentada en España, por D. Daniel de Cortázar.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 221 á 231.—Tres láminas aparte (6, 7 y 8).

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y en Granada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 233 á 244.

GEOLOGÍA MINERA.—Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y en Granada, por D. Rafael Sánchez Lozano.—Bol. de la Com. del

Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, páginas 233 á 244.

**BALEARES.**—Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca, por D. Rafael Sánchez Lozano.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 233 á 241.

**GRANADA.**—Criaderos sedimentarios de cobre en Granada, por D. Rafael Sánchez Lozano.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 241 á 244.

**ENGLISH (D. GUILLERMO).**—Un sondeo en Linares (Jaén).—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 245 á 252.

**ESTRATIGRAFÍA.**—Un sondeo en Linares (Jaén), por D. Guillermo English.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 245 á 252.

**JAÉN.**—Un sondeo en Linares, por D. Guillermo English.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 245 á 252.

**COELLO (D. CASIMIRO).**—Sondeo de Valverde (Ciudad Real).—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 253 á 256.

**ESTRATIGRAFÍA.**—Sondeo de Valverde (Ciudad Real), por D. Casimiro Coello.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 253 á 256.

**CIUDAD REAL.**—Sondeo de Valverde, por D. Casimiro Coello.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 253 á 256.

**PUIG Y LARRAZ (D. GABRIEL).**—Notas bibliográficas, 1899.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 257 á 281.

**BIBLIOGRAFÍA.**—Notas bibliográficas, 1899, por D. Gabriel Puig y Larraz.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902, págs. 257 á 281.

**ESPAÑA.**—Notas bibliográficas, 1899, por D. Gabriel Puig y Larraz.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899; Madrid, 1902.

**MALLADA (D. LUCAS).**—Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 153 á 203, con cinco grabados en el texto.

**GEOLOGÍA MINERA.**—Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Comisión del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, páginas 153 á 203, con cinco grabados en el texto.

**ALBACETE.**—Minas de la sierra del Madroño, en las inmediaciones de Hellín, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geológico de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899, págs. 172 á 175.

**ALMERÍA.**—Minas de Sierra Alhamilla, por D. Lucas Mallada.—Boletín de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899, págs. 175 á 187, con tres grabados en el texto.

**ALMERÍA.**—Minas de la sierra de Almagro, en término de Cuevas de Vera, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geológico de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1901, páginas 187 á 195.

**BADAJOS.**—Minas del término de Puente del Arco, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1901, págs. 153 á 163, con dos grabados en el texto.

**BADAJOS.**—Minas en el término de Feria, por D. Lucas Mallada.—Boletín de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 165 á 167.

**CÓRDOBA.**—Minas del término de Hornachuelos, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 163 á 165.

**CÓRDOBA.**—Minas de la Sierra de Córdoba, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 168 á 174.

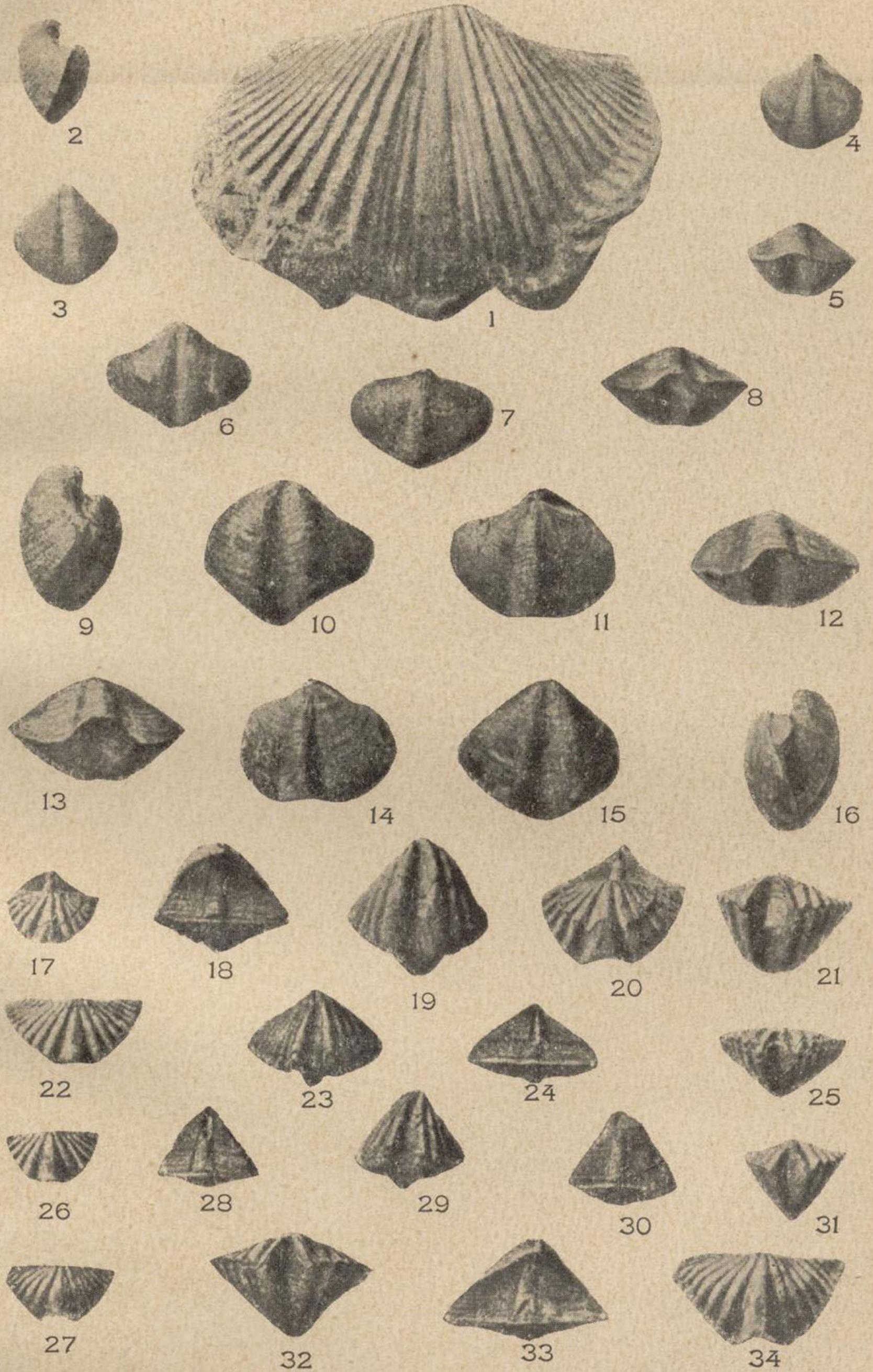
**GUADALAJARA.**—Minas de las inmediaciones de Atienza, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 195 á 198.

**GUIPÚZCOA.**—Minas del término de Berástegui, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.<sup>a</sup> serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 199 á 203.





D. P. CELERT. FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCÍA



NOTA DE D. L. M. VIDAL



CANTERA DE SAL EN EL CRIADERO DE CARDONA

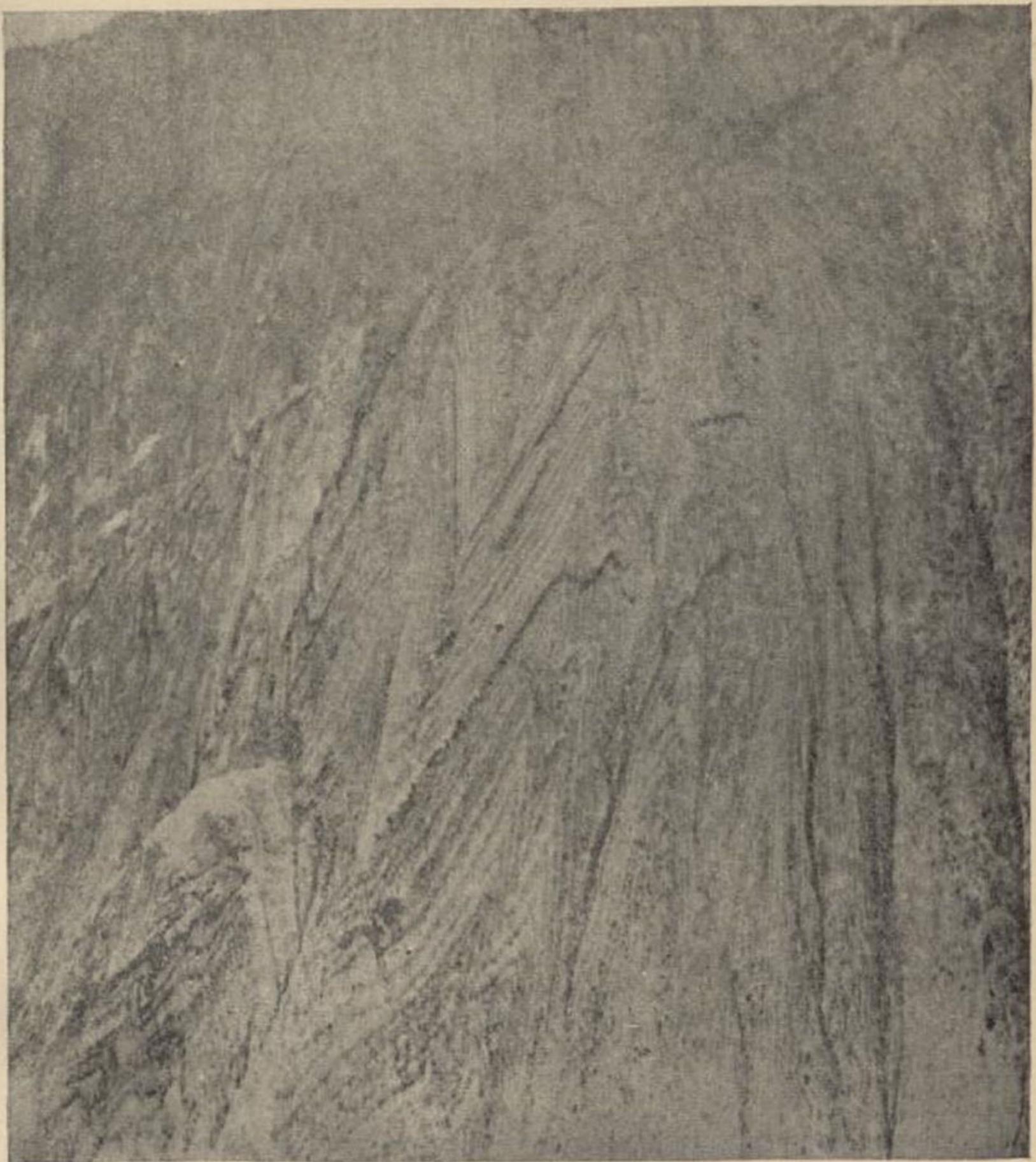




BOL. DE LA C.<sup>ON</sup> DEL M. GEOL. DE ESPAÑA

SER. 2.<sup>a</sup> T. VII, LÁM. 4.

NOTA DE D. L. M. VIDAL



PLIEGUES EN EL CRIADERO DE SAL (LA SALVOJA) CERCA DE CARDONA