

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACIÓN

DE LA

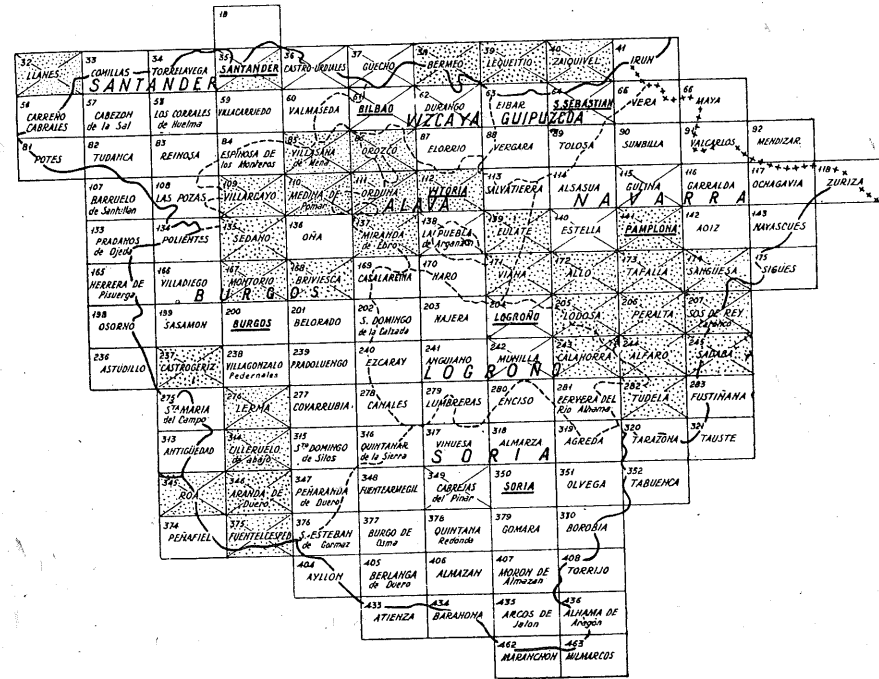
HOJA N.º 85

VILLASANA DE MENA

(BURGOS, SANTANDER Y VIZCAYA)

MADRID
IMP. - LIT. COULLAUT
MANTUANO, 49
1953

SEGUNDA REGIÓN GEOLÓGICA
SITUACIÓN DE LA HOJA DE VILLASANA DE MENA, NÚMERO 85



Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por los Ingenieros de Minas D. ANTONIO ALMELA, D. JOSÉ M.^a RÍOS y D. CARLOS MUÑOZ.

Revisada en el campo por el Ingeniero jefe de la Región, D. JOAQUÍN MENDIZÁBAL Y GORTÁZAR.

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus Publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.



Publicada



En prensa



En campo

PERSONAL DE LA SEGUNDA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe D. Joaquín Mendizábal y Gortázar.
 Subjefe D. Antonio Comba Sigüenza.
 Ingeniero D. Luis Barrón del Real.
 Ingeniero D. José María Ríos García.
 Ingeniero D. J. Antonio Comba y Ezquerro.
 Ingeniero D. Carlos Muñoz Cabezón.
 Ayudante D. Emilio Porras Revilla.
 Ayudante D. Casto Celestino Mora.

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes y rasgos geológicos	5
II. Rasgos de Geografía física y humana	9
III. Estratigrafía	15
IV. Petrografía ..	29
V. Tectónica	31
VI. Crítica de los antecedentes geológicos	37
VII. Hidrología subterránea	41
VIII. Minería y Canteras	43
IX. Bibliografía	45

I

ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

La Hoja enclava casi totalmente en la provincia de Burgos, salvo el ángulo NO., en que hay dos porciones de Santander y Vizcaya.

Geográfica y paisajísticamente, esta región podría llamarse de tránsito entre Vizcaya y Burgos, pues si bien el delicioso valle de Mena, que ocupa una parte importante de la Hoja y donde están situados los pueblos que le dan nombre, pertenece a Burgos, su fisonomía, en cambio, sigue siendo casi vizcaína, y al venir de Bilbao por la carretera de Valmaseda a Bercedo (B-2) no se nota gran diferencia paisajística hasta que, pasado este último pueblo, se entra a los pocos kilómetros en la depresión terciaria de Villarcayo-Medina de Pomar.

Geológicamente está situada casi totalmente en el Cretáceo, salvo en el área ocupada por las manchas diapíricas triásicas; el contacto entre el Eocretáceo y el Neocretáceo cruza diagonalmente la Hoja de SO. a NE. El ángulo que comprende las zonas vizcaína y santanderina ubica, por consiguiente, en el Eocretáceo, y su fisionomía es la característica de la región vascongada, con sus montañas redondeadas de relieve más suave.

En el resto nos encontramos, por el contrario, con otro más áspero, tallado por la erosión en el Neocretáceo, en especial en las calizas turonenses que forman la gran cornisa que corre a lo largo de toda la Hoja, desde sierra Carbonilla (E-2, 3, 4) hasta el río Trueba, donde se interrumpe momentáneamente, aunque luego seguirá a lo largo de muchos kilómetros por la provincia de Burgos, con grandes desniveles cortados a pique, que en el Valle de Mena llegan a los 900 metros, dándole su aspecto característico, con pendientes bruscas al Norte y desnivel suave al Sur. Otra cornisa más septentrional de caliza turonense ofrece relieve menos acusado, y en su mitad W., hasta el dia-

piro de Villasana, es sólo un resalto en el terreno; en cambio, en la parte oriental ya se puede hablar de verdadero escalón, con su aspecto corriente, que va aumentando de importancia hacia la contigua hoja de Orozco. En la parte meridional tampoco se puede hablar de verdaderas cornisas en el Coniacense, y sólo aparece momentáneamente la de caliza santoniense, que luego en la hoja de Medina de Pomar adquiere más importancia en el relieve.

La tectónica es sencilla, por tratarse en grandes rasgos de un monoclin

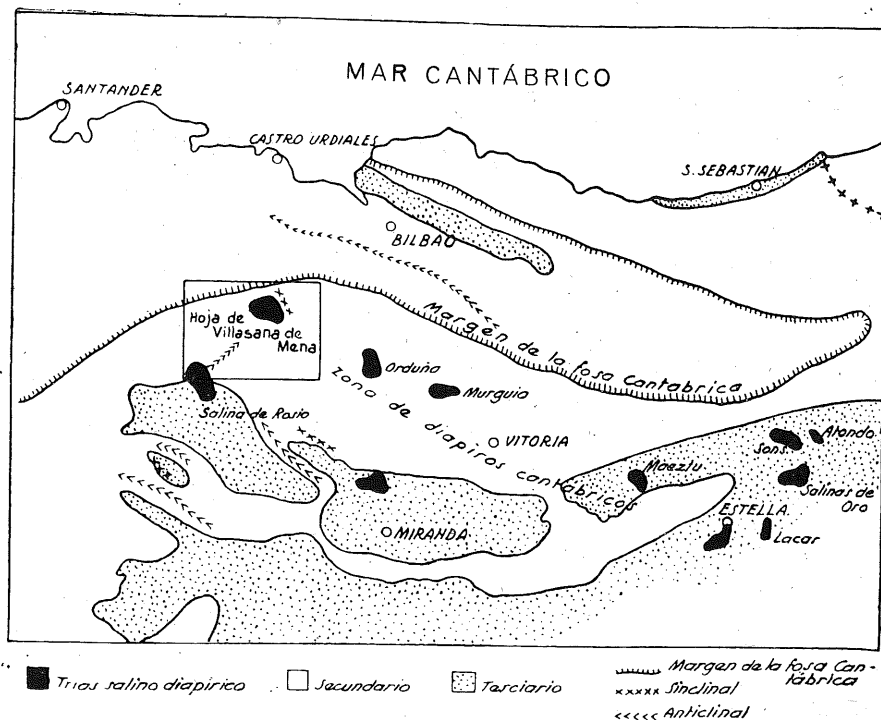


Fig. 1.—Situación de la Hoja de Villasana de Mena en relación con las unidades geológicas de la región.

cretáceo, que afecta a todo el conjunto; sin embargo, como la dirección de las capas gira de NO.-SE. a SO.-NE., teniendo como eje de giro la línea Oteo (D-4)-Antuñano (E-1), comprendida en la Hoja, este movimiento ha ocasionado trastornos locales, anticlinales y fallas como la de Villalacre (B-4), etc., que alteran la monotonía tectónica, aparte las dos extrusiones diapíricas, la de Villasana de Mena y la del gran diapiro de Salinas de Rosío. Este último, especialmente, origina trastornos locales, complicados por la vecina falla de Villalacre, ya citada,

Por la antigua práctica de estudiar el país geológicamente por conjuntos políticos y estar la región, como ya hemos dicho, en el límite de tres provincias, no ha sido estudiada como entidad natural en muchos años, lo que hace que en los mapas geológicos antiguos no se encuentre bien representada, y así vemos que en los datos más antiguos, que son los de Aranzazu, en 1877 (4), en sus «Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara», apenas se cita esta región.

En el Mapa Geológico de Vizcaya, de Adán de Yarza, en 1892 (2), está señalado el giro de las capas del Cretáceo, si bien lo sitúa más al Norte.

Schriel, en 1928 (31), publica un mapa en que está comprendida parte de la región, pero en él sólo aparece el borde sur con el diapiro de Revilla de Pienza (Salinas de Rosío) y la parte oeste sin llegar a la zona de Villasana de Mena. Más tarde comentaremos este trabajo, que ofrece algunos errores de monta.

Hernández Sampelayo, en 1932 (18), publica un trabajo sobre investigaciones petrolíferas, en que presenta un corte del Valle de Mena, pero no señala la existencia del diapiro, aunque sí la de las ofitas, figurándolo como un anticlinal.

Clemente Sáenz, en 1940 (29), publica un mapa en que está comprendida toda la región, si bien no señala el diapiro de Villasana ni los contornos del de Revilla de Pienza, o de Salinas de Rosío, por falta sin duda de datos de esta región.

Ríos, Almela y Garrido, en 1945 (28), hicieron un estudio de la región, que con algunas modificaciones corresponde con el de la presente Hoja.

Posteriormente, Ríos (1947) estudia los diapiros, tan típicos de esta zona.

Muy recientemente, Ciry y Mendizábal, en 1949 (12), han publicado un trabajo donde se estudia la faja cenomanense que separa el Cretáceo superior del inferior, a lo largo de una zona bastante extensa.

Estos son los trabajos que aportan datos que afectan directamente a la geología de esta Hoja, aunque haya muchos más, como los de Karrenberg (22), Ciry (11) y otros (10, 16, 17), que se refieren a zonas tan próximas que también son muy interesantes y pueden verse en la bibliografía.

RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

Ya hemos dicho repetidas veces que esta región constituye en sus características un tránsito de las vascongadas a las castellanas; por lo tanto, su paisaje y fisonomía varían considerablemente de Norte a Sur.

El ángulo NO., en que entra la provincia de Santander hasta el límite con la de Vizcaya, en los Montes de Ordunte, está formado por montañas de forma redondeada, cubiertas de prados o bosque bajo. El ángulo NE. y parte central, donde está el valle de Mena, presenta un aspecto parecido al de la región septentrional alavesa, con los dos escalones constituídos en el terreno por las cornisas de caliza turonense, especialmente importante la meridional. La parte sur es de tonos distintos; han desaparecido los prados y en su lugar hay bosques de encinas sobre un suelo gris de margas calizas o de calizas y, por último, en el ángulo SO. empieza a aparecer la llanura, todavía con accidentes orográficos, pero con valles, como el del río Trueba, que empiezan a adquirir ya cierta amplitud.

Tenemos, por consiguiente, tres tipos de paisaje. En el ángulo NO. se nos ofrece aún en la vertiente meridional de la divisoria cantábrica, el suave modelado redondeado; típico del Flysch eocretáceo vascongado-santanderino de margas pizarreñas y areniscas, cubierto de helechares y brezales. Más al Sur tenemos los dos grandes escalones de calizas turonenses; el primero y más bajo corre paralelamente a la divisoria cantábrica, marca un resalto a cuyo pie se encuentran margas grises turonenses y cuyo lomo, de suave pendiente al Sur, está igualmente cubierto por margas grises, que por su extensión llegan a constituir irregular llanada. Ésta ofrece un extenso ojal marcado periféricamente por un reborde de colinas, y cuyo fondo plano ocupan las margas del Keuper, raramente visibles bajo su manto aluvial. En esta llanada

turonense abundan los bosques de robles y hayas, y las aldeas y villas de vieja traza, con nobles casonas solariegas, salpican la alegre campiña, esmaltada de prados y de cultivos entre las frondosas arboledas.

En inmenso escarpe de recortado crestón y traza sinuosamente arqueada, se ofrece el segundo y más potente nivel de las calizas turonenses, en general desnudas de vegetación y que apenas sustentan alguna mancha de encinas o rebollos. Oculta por completo el paisaje hacia el Sur, pero si lo remontamos observamos un paisaje aún movido, donde los tramos más diversos señalan, entre las margas grises del Senonense, resaltos y corridas de cerros y colinas y todavía algún crestón de menor significado.

La vegetación es todavía frondosa, pero su tipo es más castellano. Abundan los chopos, olmos y también los bosques de pinos, sin que falten aún del todo hayas y robles. También es otro el aspecto de los poblados, más humildes en su aspecto, aunque aún de señorial traza.

Es, pues, una región de relieve movido, tanto en su parte norte como en la sur, separadas, ambas, por la zona central del valle longitudinal de Mena.

Las sierras siguen, en el territorio que estamos describiendo, una dirección que coincide aproximadamente con la de los estratos, y en ellas está reflejado, como no podía menos de ser, el giro que dan éstos; así pues, de la dirección NO.-SE. de la sierra de Carbonilla (E-2, 3, 4), pasamos a la SO.-NE. de los Montes de Ordunte; sus cotas son en sierra Carbonilla y Montes de la Peña, superiores a los 1.000 metros, así como en sierra Mesada y Alto de los Tornos.

La sierra Carbonilla, prolongación occidental de sierra Salvada, está formada por la cornisa de calizas turonenses perteneciente a nivel alto, que con cotas cada vez mayores van girando en el saliente de Castro Grande (E-2), para unirse con los Montes de la Peña, donde está la altura culminante en la cota Peñalba (1.244 m.) (D-3), a partir de la cual empieza a disminuir aquella y la cornisa va formando un arco que termina al oeste de Tabliega (A-4). Esta cornisa, al Norte, está cortada a pique, con desniveles que en el valle de Mena llegan a los 900 metros, lo que la hace casi inaccesible salvo por dos o tres senderos de muy penosa ascensión; en cambio, por el Sur, tiene pendiente más suave, que conduce por ligeras ondulaciones hasta el límite de la Hoja, donde empieza otra vez a moverse el relieve. Estas sierras que acabamos de describir son divisorias de agua entre Atlántico y Mediterráneo.

La sierra de Ordunte, cuya dirección ya hemos dicho que es SO.-NE., está situada en el ángulo NO. de la Hoja y por sus cimas pasa la divisoria con Vizcaya. Penetra por el Oeste en la provincia de Santander a la altura del puerto de San Fernando o de los Tornos, por el que se cruza esta cordillera camino del mar.

HOJA N.º 85.—VILLASANA DE MENA



Fot. 1.—Panorámica del valle de Mena. En primer término y en todo el fondo del valle las margas del Keuper del diapiro, que aparece representado casi por entero. El cantil del fondo es la caliza turonense (C₂^f). Los montículos de la depresión suelen corresponder a carniolas del Keuper. Los de la periferia al Cretáceo inferior, formación desde la que está sacada la foto.

Éstas son someramente las principales alineaciones de una región de movido relieve, prolongación del de Vizcaya por el Norte y del de Burgos y Álava por el Sur y Este.

Al hablar de los valles hemos de empezar por el mayor, a sea por el de Mena, comprendido entre las dos cornisas de caliza turonense y cruzado por el río Cadagua, por la carretera y el ferrocarril. Este hermoso valle, de gran amplitud por el Este, se va estrechando por el Oeste hasta casi cerrarse en Leciana de Mena (B-2), para volver a abrirse en el amplio valle del Cerneja y del Trueba, hacia la llanura terciaria.

El valle del río Cerneja desciende desde el ángulo NO. por muy estrecho paso entre montañas eocretáceas de más de 1.000 metros.

De los Montes de Ordunte bajan varios arroyos que erosionan amplias barrancadas y vallonadas en las margas y van a parar al valle del río Ordunte, donde está ubicado el pantano del mismo nombre.

En esta Hoja nacen los dos únicos ríos de la provincia de Burgos que desembocan en el Cantábrico. El más importante es el Cadagua, que nace al pie del pueblo del mismo nombre (C-3), y después de recoger los arroyos que bajan de las alturas que rodean el valle de Mena, lo recorre hasta Menamayor (E-2), donde cambia su dirección, hasta entonces paralela a los estratos, para hacerse perpendicular y más tarde oblicua y entrar en Vizcaya formando el estrecho valle del Cadagua, que algunos consideran continuación del de Mena. Su pendiente en los 15 primeros kilómetros es de 0,014.

Afluente del anterior es el Ordunte, del que ya hemos dicho que recoge las aguas de los montes del mismo nombre, y en el cual se ha construido un pantano, que abastece de agua a Bilbao.

De los montes de la provincia de Santander que son divisoria de aguas, bajan varios arroyos que forman el río Cerneja, que más tarde se une al Trueba y que pertenecen ya al sistema hidrográfico del Duero. A este mismo sistema pertenecen los innumerables arroyos que bajan de la vertiente meridional de los Montes de la Peña y de Sierra Carbonilla.

La climatología puede considerarse dividida en dos regiones; la septentrional, de régimen parecido al de Vascongadas, puede considerarse templada y húmeda en los valles, aunque más fría en los Montes de Ordunte, con temperaturas medias de 17° a 18° y un promedio de 200 días al año de lluvia. La parte sur ya tiene un clima más seco y duro, con mayores fríos y menos días de lluvia.

Como vías principales de comunicación debemos mencionar las carreteras

y el ferrocarril que atraviesa la Hoja oblicuamente. De Vizcaya, viene una carretera que arranca en Valmaseda y que como todas las de esa región sigue el curso de un río, en este caso el Cadagua; otra procede de Álava y parte de la carretera general de Bilbao a Madrid, cerca de Arceñiega.

Ambas se unen en el borde del diapiro de Villasana de Mena, en Mercadillo (B-2), y sigue a lo largo del valle de Mena hasta Bercedo (B-2), donde se cruza con la carretera de Burgos a Laredo, la cual corta la parte occidental de la Hoja de Sur a Norte, pasando por el puerto de los Tornos. La parte sur está cruzada por otra carretera, que va de Este a Oeste, aproximadamente, comunicando todos los pueblos de esta zona.

El ferrocarril que pasa por el valle de Mena es de vía estrecha, y se conoce con el nombre de ferrocarril de La Robla. Viene de Bilbao, entra en la Hoja por el Berrón (E-1), pasa luego al valle del Cadagua que sigue, para luego contornear la Hoja de Villasana y seguir paralelo aproximadamente a la carretera en dirección a Espinosa de los Monteros.

Por lo movido del terreno en el ángulo NO., no existen en esa zona pueblos, sino sólo caseríos aislados, hasta llegar a los valles del Ceneja y del Trueba donde hay varios poblados agrupados en un ayuntamiento que se llama Merindad de Montija. Otro núcleo de población lo constituye el fértil valle de Mena, donde varias aldeas se agrupan en otro ayuntamiento, que se llama del Valle de Mena. La restante población de la parte sur de la Hoja está también agrupada en otro ayuntamiento, llamado de Oteo. Todos ellos pertenecen al partido judicial de Villarcayo.

Ninguno de estos conjuntos de población tiene especial importancia industrial ni agrícola; todos son pequeños, y muchos sólo se pueden considerar como aldeas, pero por la belleza del paisaje tienen un gran porvenir turístico si algún día llegan a saber explotarlo, cosa que hasta ahora sólo se hace en reducida escala en el valle de Mena.

La agricultura, como las demás características, varía con la distribución de los estratos; así, en los Montes de Ordunte y en todo el Eocretáceo, nos encontramos con los pastos naturales dedicados a la cría de ganados, principalmente caballos y vacas, ya que en esta zona de elevada lluviosidad se desarrolla la vaca «pasiega».

En todo el valle de Mena, sobre las margas turonenses se cultivan fértiles tierras que dan cereales, leguminosas y grandes praderas artificiales que van sustituyendo a los pastos naturales. En la parte sur, pasadas las calizas estériles, sobre las margas coniacenses, se cultivan ya cantidades más importantes de trigo. Y en todas partes la tierra se trabaja, generalmente por pequeños propietarios, en un régimen extraordinariamente minifundista.

Al hablar del arbolado, vuelven a apreciarse los contrastes entre las elevaciones rocosas de la sierra, los frescos y fértiles valles y las parameras de las mesetas, que empiezan en la parte sur. En los dos primeros, las despiadadas talas han disminuído muchísimo los bosques, relegados casi a mero ornato o a las márgenes de los arroyos, de tal modo que se piensa en la repoblación rápida de esta zona con un consorcio en el valle de Mena. En la Merindad de Montija el monte, al oeste de Noceco (A-2), ya está repoblado y cubierto de un espeso bosque.

La parte sur, que ya hemos dicho que está cubierta por bosques de encinas y donde no se ha cultivado por ser el terreno demasiado calizo, sirve para alimentar rebaños de ovejas, que tanta importancia tienen en la economía de la provincia de Burgos.

Paisajísticamente, interesa sobre todo el valle de Mena, donde los cantiles de caliza turonense, tallados por la erosión, presentan desde abajo un fantástico aspecto, y como es lugar de veraneo, es excursión obligada su ascensión, especialmente por el portillo del túnel de la Complacera (E-3), excavado artificialmente para vencer las dificultades de los últimos metros de subida y desde donde se divisa un fantástico panorama en los días claros del verano. Su paisaje sigue siendo verde y parecido al de Vizcaya.

Otro rincón digno de ser visitado es el puerto de los Tornos, pues la vista desde él de las masas de caliza erosionadas de la provincia de Santander es realmente magnífica, y no sólo para el geólogo, sino para el amante de los bellos panoramas.

Como Villasana de Mena es centro de veraneo, hay hoteles y facilidad de alojamiento, y es, por tanto, buen punto de partida para recorrer el oeste de la Hoja, pero no el sur, ya que la disposición de las vías de comunicación, que no salvan el gran escalón de las calizas turonenses, hace necesario dar gran rodeo para llegar allí. Esta zona meridional puede estudiarse cómodamente desde Villarcayo o desde Medina de Pomar, pueblos ambos que cuentan con alojamientos aceptables, y algunos de ellos incluso confortables.

III

ESTRATIGRAFÍA

Es compleja la estratigrafía del territorio comprendido en esta Hoja, pues aunque aparte del Cretáceo, que lo ocupa casi por entero, sólo se encuentra el Keuper, el Cretáceo superior admite una completísima y fina subdivisión en tramos paleontológicos o litológicos. El Keuper se manifiesta en el extenso diapiro de Villasana de Mena y en la porción septentrional del de Salinas de Rosío, que penetra también en nuestra Hoja por el borde sur, junto al ángulo SO., procedente de la contigua hoja de Medina de Pomar, por la que se extiende más ampliamente. Fuera de estos dos sistemas, sólo cabe señalar el Cuartario, que en diversos parajes recubre las formaciones blandas, tanto cretáceas como terciarias.

El Cretáceo, como hemos dicho, se muestra con una potencia extraordinaria y una estratigrafía compleja, que la variación litológica y la tectónica sencilla permiten desmenuzar en grado sumo en el Neocretáceo.

Con todo, no aparecen, como veremos después, todos los niveles que comprende el Neocretáceo, cuya serie completa aflora en extensa gama en la contigua hoja de Medina de Pomar, de modo que faltan varios de los niveles del Santoniense al Garumnense, que en esta última se muestran.

En el Eocretáceo, en cambio, no solamente no podemos practicar división alguna, sino que nos vemos obligados a reunir con él la mayor parte del Cenomanense, que resulta indistinto por su analogía litológica y su pobreza paleontológica. Sólo hemos podido individualizar la parte más alta de este Cenomanense.

TRIÁSICO

Keuper (Tk)

El terreno más antiguo que aflora es, pues, el Triásico, que, como hemos dicho, constituye dos ojales diapíricos: el de Villasana de Mena (D-2), íntegramente comprendido dentro de la Hoja, y el de Bárcena de Pienza (A-4), que es la parte septentrional del diapiro de Salinas de Rosío, de la inmediata hoja de Medina de Pomar, que penetra en ésta por la extremidad más occidental de su borde sur.

Como el Triás aflora aquí sólo por efecto de los fenómenos diapíricos, su contacto con las formaciones colindantes es anormal y en ningún sitio aparece una serie que permita estudiar su estratigrafía de detalle, ni ver su estratificación en forma regular y ordenada.

Por la misma razón, no podemos hablar aquí de potencia de las formaciones triásicas, que no tendría sentido refiriéndonos a masas diapíricas arrastradas.

Ambos asomos tienen análogas características y están integrados por una confusa y trastornada masa predominantemente margosa, con carniolas y apuntamientos ofíticos, que atribuimos íntegramente al Keuper, y cuyo estudio viene aún más entorpecido por el hecho de que, con gran frecuencia, queda oculta bajo un manto cuaternario que recubre casi por completo, no sólo las margas sino incluso los asomos de ofitas que sólo se descubren por la cantidad de bolós que se encuentran esparcidos por el suelo, sin que se vea el afloramiento de donde provienen.

Las margas y arcillas son de colores variados, blancas como creta, rosadas o vinosas (El Viso, Siones) (D-3) y más frecuentemente rojas o abigarradas con yeso (Ordejón de Ordunte) (D-2).

Son muy abundantes las carniolas de color pardoamarillento y cavernosas, a veces acompañadas de otras calizas dolomíticas, negruzcas, esparcidas en masas confusas por toda la superficie de los diapiros, pero que preferentemente se disponen en la periferia del mismo o en sus proximidades, como sucede de manera casi continua por todo el borde norte del diapiro de Villasana de Mena. Ello hace suponer que las carniolas deben ocupar la parte alta del Keuper o estar intercaladas entre las margas.

También son abundantes los apuntamientos ofíticos, a veces bastante extensos, si bien muchas veces no es posible señalar su posición exacta, pues sólo se descubren trozos de ofita que se encuentran esparcidos por el suelo. En el diapiro de Villasana de Mena hemos descubierto bastantes de estos asomos ofíticos, los cuales aparecen señalados en el mapa, pero en el de Salinas de Rosío no hemos localizado ninguno, aunque en el resto del diapiro, fuera de los límites de la Hoja, existen varios de importancia.

CRETÁCEO

En el gran surco cantábrico en que tan extraordinarios espesores cretáceos se han depositado, el terreno comprendido en la Hoja de Villasana de Mena ocupa una posición algo marginal, en la que se inicia la rápida disminución de potencia de la ingente masa de sedimentos de facies eocretácea-cenomanense.

No obstante, el terreno Cretáceo, que en la Hoja ocupa las nueve décimas partes, formando en líneas generales un inmenso y suave monoclinal, está constituido por una potentísima y compleja serie que todavía deja fuera por el Sur todos los niveles superiores al Santoniense y por el Norte una gran parte del paquete Cenomanense-Wealdense.

Eocretáceo-Cenomanense (G)

Los niveles más bajos eocretáceos afloran en el ángulo NO. de la Hoja, en la zona del puerto de los Tornos (A, B-1). Corresponden éstos a la potentísima serie de facies cantábrica que comprende todo el Cretáceo inferior y la mayor parte del Cenomanense y se extiende por las provincias de Santander, Vizcaya y Guipúzcoa, principalmente.

Las capas, en disposición monoclinal muy regular, tienen buzamiento al SSE. de 15 a 20°, y si nos asomamos al citado puerto de los Tornos (B-1) vemos que no obstante el considerable espesor que dejamos atrás al Sur, la vista abarca hacia el Norte una serie extraordinariamente regular y aún más potente que la parte comprendida en la Hoja.

Esta formación ofrece un aspecto muy monótono en su conjunto, aunque en

el detalle sea muy variable la composición de sus estratos. La extensa mancha que ocupa la mayor parte del borde norte, se compone de una alternancia de margas oscuras, psamitas negruzcas, pizarrillas pardas u oscuras, a veces carbonosas, finas y hojosas y areniscas de tonos amarillos, unas veces duras y otras blandas y desagregadas. Todo el conjunto es siempre más o menos micáfero.

El color dominante en la formación es el pardo oscuro cuando es margosa, debido a las abundantes intercalaciones carbonosas, y amarillo cuando abundan las arenas y areniscas.

Los fósiles son muy escasos y no hemos visto sino algún yacimiento de Orbitolinas.

Son frecuentes las intercalaciones de caliza de Toucasia y coralaris. Arrecifes de este tipo los tenemos muy cerca en el Norte y por el Oeste, pero no hemos apreciado la existencia de ninguno dentro del área de la Hoja.

En esta mancha eocretácea no existen, pues, estas intercalaciones fosilíferas, pero en otras más pequeñas, situadas más al Sur, hemos encontrado dos interesantes de las que luego hablaremos.

Si remontamos estratigráficamente la serie eocretácea, al acercarnos a la parte alta van apareciendo Orbitolinas cada vez en mayor abundancia, sin que varíe casi el aspecto de la formación o variando de una manera insensible. Así, en la zona de Nava de Ordunte (D-1), se encuentran en la parte alta margas pizarreñas oscuras cuajadas de Orbitolinas, mientras que más al Oeste, al Norte de Agüera (B-3), la serie eocretácea está coronada por areniscas compactas negruzcas, micáferas y ferruginosas, con Orbitolinas y areniscas amarillas que alternan con margas arenosas, todo ello con un aspecto muy semejante al del resto de la formación wealdense. En general, las Orbitolinas que se hallan no son determinantes, pero en los niveles más altos suelen encontrarse formas grandes cenomanenses del grupo de *O. Aperta*. Ciry y Mendiábal (12), han señalado la presencia de estas Orbitolinas cenomanenses cerca de Agüera, junto al puente del camino antiguo del puerto (B-2), y cerca de la presa de Nava de Ordunte (D-1). Fuera de la Hoja se encuentran también varios yacimientos de Orbitolinas cenomanenses.

Por diversas razones paleontológicas y paleogeográficas es evidente que la serie de facies cantábrica llega hasta el Cenomanense, que engloba en su mayor parte sin cambio de facies apreciable, razón por la cual ya indican los autores aludidos la gran dificultad de separar estas dos formaciones. Ríos, Almela y Garrido, en un trabajo anterior (28), deslindaron ya un Cenomanense alto, basándose en la abundancia de Orbitolinas, pero en realidad es ésta una separación poco exacta, por lo que preferimos mantener bajo un solo símbolo toda la serie, en espera de que estudios más detallados ofrezcan una base más sólida de diferenciación.

El diapiro de Villasana de Mena, también está orlado en su parte norte por una estrecha faja de capas del conjunto Eocretáceo-Cenomanense, muy levantadas o verticales, e incluso volcadas, que se pueden seguir desde Urbaneja (C-2) hasta Mercadillo (D-2), en contacto por el Sur casi siempre con las carniolas del diapiro.

En esta estrecha faja se pueden distinguir dos formaciones. Una está compuesta de areniscas o maciños micáferos, de color amarillento negruzco, con abundantes Orbitolinas y otros restos, que se puede atribuir al nivel cenomanense fosilífero de Ordunte, que hemos englobado en la facies cantábrica. Cerca de Urbaneja hemos encontrado unos curiosos foraminíferos planos y de contorno ovalado, que se parecen mucho a *Orbitolites elliptica* Mich., figurado en la «Iconographie Zoophytologique», lám. 61, fig. 11, de este autor, pero este fósil se atribuye al Eoceno mientras que nuestros ejemplares los hemos recogido en el Cenomanense.

Esta formación se acuña hacia el Este, por efecto del levantamiento diapírico. Sobre ella se encuentran unas calizas de las que luego nos ocuparemos.

Un hecho notabilísimo en la estratigrafía del Eocretáceo es el marcadísimo cambio de facies que tiene lugar, en una reducida distancia horizontal, de Norte a Sur.

Mientras que las facies del ángulo NO. de la Hoja y de la aureola del diapiro de Villasana de Mena son netamente cantábricas, pizarreñas, de color pardo oscuro y corresponden al Eocretáceo santanderino-vascongado, con Cenomanense margoso-pizarreño de Orbitolinas, las que aparecen más al Sur, al otro lado de la faja turonense inferior que cruza la Hoja de borde a borde, son netamente ibéricas, arenosas y areniscosas, con gravilla y granos de cuarzo, blancas, rosadas o vinosas, y su Cenomanense es calizo-arenoso, amarillento, con algunos Rudistos y variedad de otros fósiles, además de las Orbitolinas. Este aspecto presenta la aureola del diapiro de Salinas de Rosío, a pesar de que sólo unos 4 Km. separan en línea recta sus afloramientos más septentrionales, en Barcenillas de Ribero (A-4), de los más meridionales de la facies cantábrica, en Noceco y Agüera (A-3).

En Gayangos y Revilla de Pienza (A-4), la salida diapírica de Bárcena de Pienza está en contacto anormal, por su parte norte, con un afloramiento eocretáceo poco extenso que se dispone en media luna, rodeando al diapiro.

Las capas más bajas en contacto con el Keuper son conglomerados compactos de estructura homogénea y elementos pequeños de gravilla silíceo fina, regularmente estratificados, que alternan con bancos arenosos.

Sobre estos niveles se encuentra una serie en la que predominan las areniscas amarillas o rojizas, bien sueltas o compactas y duras en bancadas con abundante gravilla de cuarzo.

Entre estas arenas y areniscas se intercala un lentejón de calizas arenosas pardoamarillentas (C₁¹), que al NE., y cerca de Baranda (A-4), contienen una abundantísima fauna de cuyo hallazgo ya dimos cuenta en nuestro trabajo sobre geología cantábrica (28, pág. 57).

Revisada con la inestimable ayuda de Mn. Bataller la fauna entonces recogida y estudiados nuevos ejemplares encontrados en la misma zona en campañas posteriores, resulta que no se trata, como supusimos, de una cuña marina de edad aptense, sino cenomanense, y la lista de fósiles determinados es la siguiente:

- Orbitolina aperta* Erman.
- *scutum* Fritsch.
- *concava* Lam.
- Synastraea decipiens* Mich.
- Anorthopygus orbicularis* Cott.
- Conulus orbicularis* d'Orb.
- *castaneus* Brong.
- Terebratula buplicata* Sow.
- Exogyra* sp.
- Tracia* sp.
- Lima* sp.
- Turbo* aff. *leonhardi* Gein.
- Natica figueirensis* Hoff.
- Cerithium* sp.
- Helicocryptus radiatus* d'Orb.

Este último fósil, del que acompañamos fotografía, pertenece a un género bastante raro, del que sólo hemos encontrado tres citas: una, en el Zittel, página 532; otra, en el «Prodrome» de d'Orbigny, y otra, en Min. Conch., pág. 193, lám. 140, figs. 8-9, de Sowerby.

Atribuimos la especie a esta última, con la que tiene semejanza e igual atribución estratigráfica, aunque la figura dada es bastante deficiente y, por tanto, la determinación resulta algo dudosa.

Esta fauna fija una edad cenomanense para esta intercalación marina. Por encima de ella continúan los niveles de arenas y areniscas con aspecto idéntico a las inferiores, que llegan hasta unas margas grises de que luego nos ocuparemos.

Cerca de Cubillos de Losa (B-4), existe una nueva mancha eocretácea que en nuestro anterior estudio no vimos, y que se extiende al sur de Angosto y Villalacre (B-4), penetrando en la contigua hoja de Medina de Pomar.

Las capas forman un monoclinal muy regular. Las inferiores están en contacto por falla extrusiva con el diapiro y las superiores se ocultan bajo el Turonense del vértice Pelada (B-4).

Esta serie está compuesta de areniscas blancas micáferas, arenas y margas arenosas blanquecinas o vinosas, con mica y abundante limonita.

Entre esta formación, predominantemente arenosa, se encuentra, en el río Salón, un nivel de unos 40 m. de potencia, constituido por calizas pardas con granos de cuarzo e intercalaciones margosas (C₁¹), en donde hemos encontrado abundantes Orbitolinas y algunos Rudistos. Es, pues, una intercalación marina que debe corresponderse poco más o menos con la de Baranda y a la que, por lo tanto, atribuimos la misma edad cenomanense.

En el citado trabajo nuestro (28), señalábamos con extrañeza la presencia en Tabliega (A-4), de un nivel parecido al de la caliza fosilífera que acabamos de describir, pero que contiene Orbitoides. Estudiado con detenimiento el afloramiento resulta evidente que se trata de un retazo de Maestrichtense, del que nos ocuparemos a su debido tiempo.

Lo que sí creemos que son retazos arrastrados con las margas del Keuper, son tres isleos de calizas negras con vetas de calcita y margas, muy milonitizado todo, que aparecen en medio de las margas triásicas en la zona de El Vigo-Siones (D-3), calizas que atribuimos a la facies aptense.

Respecto a la potencia de la serie eocretácea-cenomanense ya se ha indicado en diferentes ocasiones que alcanza cifras verdaderamente sorprendentes. En ninguno de los afloramientos que rodean a los diapiros es posible apreciar el espesor de la formación, porque ya se sabe que el Keuper ha roto a través de sus capas, quedando por lo tanto éstas ocultas en una mayor o menor parte.

Pero el gran monoclinal que con notable regularidad se extiende por la parte norte de la Hoja, permite perfectamente evaluar esta potencia en la parte comprendida dentro de la Hoja. En efecto, en el corte I-I, se miden cerca de 3.000 metros de estratos eocretácea-cenomanenses, a los que habrá que agregar una cifra aún mayor por el resto de formación que se sale de nuestros límites, para tener la potencia total posible de esta notable serie.

Nivel superior del Cenomanense (C₁)

Sobre la serie que acabamos de describir, descansa una potente formación de margas grises, de características distintas a todo lo que hasta ahora venimos viendo y que por consiguiente se separaron de los niveles infrayacentes.

Nosotros la habíamos atribuido toda ella al Turonense, pero Ciry y Mendiábal, en su último estudio sobre esta región (12), muestran que, inmediatamente sobre las capas de Orbitolinas, aparece un nivel de unos 50 m. de potencia de margas grises arriñonadas («flysch a boules») que en algunos sitios soportan un nivelito calizo con Orbitolinas (Noceco) (A-2), que les obliga a incluir este Flysch en el Cenomanense, ya que hasta ahora no se han encontrado estos fósiles en niveles más altos.

En efecto, como hemos visto esta variedad de margas en la base de la serie margosa, perfectamente observables, entre otros sitios, en Agüera (B-2), se ha rectificado nuestra anterior atribución, separando las margas arriñonadas inferiores, que incluimos en la parte alta del Cenomanense.

En el borde norte del diapiro de Villasana de Mena, sobre los niveles arenosos amarillentos que antes hemos descrito, se encuentran unas calizas de color grisazulado, compactas, con secciones, al parecer, de Rudistos, que por su posición sincronizamos con las margas arriñonadas, aunque sus características litológicas no son las mismas. Aparecen intercaladas entre las areniscas amarillas y las margas grises que descansan sobre ellas, pero a partir de Caniego (D-2), quedan en contacto con el diapiro, y a su vez, se van adelgazando tectónicamente hasta llegar a ponerse en contacto el Keuper con las margas turonenses.

Parece, pues, que todo el conjunto eocretáceo-cenomanense ha sido levantado por el empuje de las margas triásicas y arrastrado en algunos puntos, si bien en la parte centro-occidental del perímetro del diapiro no parece que haya habido desplazamiento en relación con las margas situadas más al Norte, bajo las que va aflorando normalmente.

En nuestro trabajo anterior (28, pág. 62), decíamos hablando del Cenomanense que en El Ribero (A-4) se pasaba sorprendentemente de la facies wealdense a las margas turonenses sin que se vean las capas de Orbitolinas, lo que podría inducir a sospechar que existía una discontinuidad en este piso. La ausencia de Orbitolinas persiste, salvo en las cuñas marinas citadas, pero en cambio, hemos observado que, precisamente en El Ribero, en el cauce del río, bajo el Cuaternario y casi en el contacto con la facies wealdense, se encuentran margas grises bien estratificadas con niveles en rosario de nódulos más compactos. Esto nos parece que representa aquí las margas arriñonadas, que han perdido en parte su característica distintiva, por lo que su separación se hace más difícil.

Así pues, creemos que el Cenomanense no falta en ningún punto en esta zona, pero sus facies son a veces tan análogas, respectivamente al Eocretáceo y Turonense, que su diferenciación es, por ahora, bastante incierta.

Turonense (C₂)

Se descompone este piso en dos grupos de niveles, poco fosilíferos dentro de la Hoja, el inferior donde predominan las margas grises y el superior de calizas, que en espléndido y tranquilo monoclinal se extienden en amplia mancha de Este a Oeste, por toda la parte central de la Hoja, sólo desviada momentáneamente de su normal disposición por el empuje local del diapiro de Villasana de Mena.

El grupo inferior margoso queda, a su vez, subdividido en tres por una intercalación caliza, casi siempre bastante acusada en crestón sobre el terreno.

Sobre las margas arriñonadas en que culmina el Cenomanense, descansa un nivel bastante monótono de margas grises azuladas C₂¹, con escasos restos fósiles y alguna intercalación más arenosa o calcárea que se puede seguir sin solución de continuidad desde Antuñano (E-1) hasta Quintana de los Prados (A-3), y que es el más bajo de los tres niveles que acabamos de mencionar.

Estas margas vienen recubiertas por un banquito calizo, C₂², del segundo nivel, que aumenta en potencia y dureza de Oeste a Este. En Quintana de los Prados se compone de margas calizas compactas que casi no se destacan sobre el terreno, y con estas mismas características se continúa hasta Bercedo (B-2). Pero a partir de aquí hacia el Este, se hacen más duras y potentes, siendo más bien calizas margosas grises, que empiezan a destacar en la topografía con una serie continua de crestas que forman un escalón bien marcado en los vértices Peñalastra (D-1), Orilla y San Miguel (E-1).

El nivel superior de margas, C₂³, que descansa sobre esta bancada, se compone de margas muy semejantes a las anteriores, de colores claros grises o azulados, con alguna intercalación de maciños más compactos o margas arenosas.

Hacia la parte alta se hacen más duras y calizas, formando el tránsito al nivel más alto del Turonense. Este último está formado por un potente banco calizo, C₂⁴, el más importante de la serie cretácea, que da lugar a un cejo muy destacado y continuo en la topografía, y que puede seguirse sin interrupción desde más allá de Orduña hasta el río Trueba (A-4), que momentáneamente lo interrumpe, pues más al Oeste y fuera de esta Hoja reaparece de nuevo.

El escalón de la caliza turonense comienza por el Oeste al norte de Tabiega (A-4), en donde el desnivel no llega a 200 m. y continúa en línea sinuosa

aumentando el salto hasta la sierra de Carbonilla (E-3); a partir de donde entra en la contigua hoja de Orozco.

El desnivel máximo lo da en el vértice Peñalba (D-3), al sur de Quintanilla de Siones, en donde llega a 900 m., con una pendiente muy fuerte, que en los 300 m. superiores constituye un cantil continuo que domina el delicioso valle de Mena.

Son calizas grises, claras, compactas, de grano muy fino y pocos fósiles, que localmente son algo arenosas (puerto de Magdalena) (C-3).

Hay alguna intercalación margosa y en su parte alta el Turonense se hace muy margoso y su tránsito al Coniacense es gradual.

La serie turonense se simplifica y se hace más débil hacia el SO., y en la zona de Tabliega (A-4), las margas que descansan sobre la serie eocretácea no tienen intercalación caliza que las subdivide, y su potencia es de menos de 300 metros. La de la caliza superior, en esta zona, no llega a 400 m. (Corte IV.)

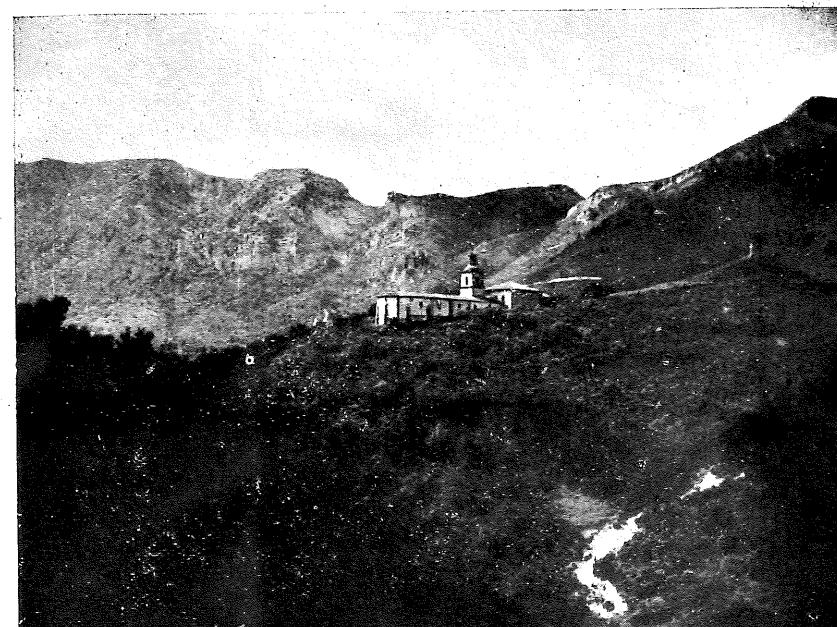
Por el contrario, al Norte y al Este, los espesores aumentan rápidamente, y así deducimos de los cortes las siguientes potencias para cada uno de los tramos: en la zona de Bercedo (B-2) (Corte I), el nivel inferior de margas mide 400 m. de potencia, las margas calcáreas intermedias no pasan de 50 m. y el nivel superior de margas, más potente que el anterior, da 700 m., mientras que las calizas del nivel superior no alcanzan más que 600 m. de potencia. Estas últimas y las margas superiores conservan un espesor similar hacia el Este, pero las margas inferiores y las margas calcáreas intermedias se engrosan un poco y en el cerro de San Miguel (E-1) (Corte III), alcanzan respectivamente 700 m. y 250 m. de potencia.

Otra mancha turonense, desligada de la extensa que acabamos de reseñar, aparece entre Villalacre (B-4) y Villaventín (C-4), debido a un anticlinal fallado, de dirección NE.-SO., que hace aflorar este piso desde Muga (C-3), hasta el vértice Pelada (B-4), continuándose por la hoja contigua de Medina de Pomar.

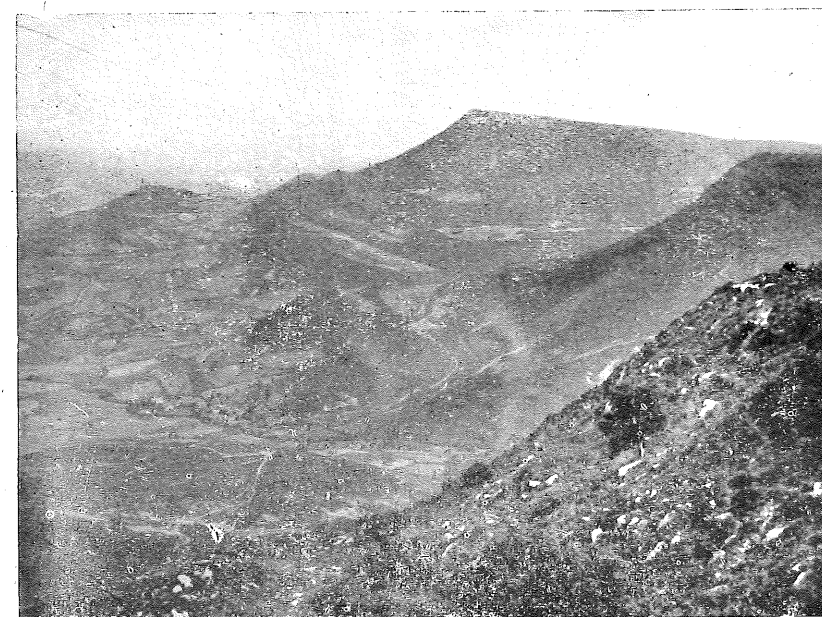
En esta última zona el Turonense se dispone en monoclinal, de buzamiento máximo al Este de 30°, y en la ladera occidental del vértice Pelada, afloran en lo alto las calizas y debajo de ellas las margas, que descansan sobre la serie eocretácea anteriormente descrita.

Aquí no aparece diferenciado el Cenomanense, y el Turonense es más sencillo y menos potente que el que se describe anteriormente. Las margas no ofrecen ninguna intercalación caliza que la subdivide y su potencia es tan sólo de unos 120 metros. Las calizas son también menos potentes, y su espesor lo estimamos en otros 120 metros. Potencias aún menores que las dadas en Tabliega.

El Turonense en esta región no es muy rico en fósiles, y sólo hemos encontrado ejemplares determinables en los siguientes yacimientos:



Fot. 2.—Santuario de Cantonal, sobre el borde del diapiro de Villasana de Mena. Al fondo la caliza turonense (C₂⁴).



Fot. 3.—Cejos calizos (C₂²) del ángulo NE., sobre las margas turonenses (C₂¹) y el Cenomanense (C₁).

Las margas inferiores junto a Urbaneja nos han proporcionado *Ostrea bis-karensis* Coq. e *Inoceramus problematicus* d'Orb., y al norte de Caniego, *Hemias-ter verneuili* Dessor, *Rhynchonella* sp. y *Alectronya* sp.

La caliza del nivel superior tiene con frecuencia secciones indeterminables de Rudistos, probablemente Radiolites o Sphaerulites, como, por ejemplo, al norte del puerto de la Magdalena (C-3) y en el vértice Peñalba (D-3).

También en las hiladas más altas de estas calizas, ya algo más margosas, hemos encontrado en el kilómetro 39,500 de la carretera de Castrobarro (A-4), *Exogyra curvidorsata* Gein., y más al Sur, cerca de Tabliega, *Venus plana?* Sow., *Cardium productum* Sow., *Chemnitzia reussiana?* Gein.

Coniacense (C₃)

Este piso se extiende por parte de la zona sur de la Hoja, formando un suave y tendido cuarto de cubeta desde Villaventín (C-4) a Lastras de la Torre (D-4), que enlaza por Muga (C-3) con otra área coniacense en la hondonada de Castrobarro-Villarás (B-4).

Se compone predominantemente de margas, bastante puras en su parte alta y algo arenosas en la parte baja, que quedan divididas en tres porciones por dos niveles calizos de escaso espesor, pero bien visibles en la zona de Villaventín (C-4) y Lastras de la Torre (D-4), por ser muy continuos y formar pequeños resaltos en el terreno, que pueden seguirse muy bien. En la zona de Castrobarro (B 4) también existen estas intercalaciones calizas, pero son menos acusadas y, por consiguiente, más difíciles de seguir.

El tramo margoso inferior, C₃¹, se compone de margas grises y azuladas bastante arenosas, que en la base se van cargando de cal, y pasan gradualmente a las calizas turonenses. En la base son bastante fosilíferas.

Encima se encuentra la primera intercalación dura, compuesta de calizas margosas grises compactas, C₃², con abundantes restos fósiles que pasan al norte de Villaventín (C-4) y Villabasil (D-4) y al sur de Quincoces de Suso (E-4).

El tramo margoso medio C₃³ es bastante compacto, arenoso y gris, y está separado del nivel margoso superior, C₃⁵, de margas más puras, azules o blanquecinas y bastante sueltas, por el segundo nivel calizo duro, C₃⁴, también bastante fosilífero, que forma un pequeño escalón continuo al S. de la carretera de El Ribero (A-4) a Lastras de la Torre (D-4).

La potencia de las margas coniacenses la hemos reducido algo, para esta zona, en relación con apreciaciones nuestras anteriores. La total no creemos que exceda de los 900 metros, correspondiendo a cada uno de los subtramos,

aproximadamente, la tercera parte, pues no merece la pena tomar en consideración la pequeña potencia de los bancos calizos. No obstante, nos ha parecido conveniente delimitar estos dos bancos en el mapa, por creer que ello facilita su conocimiento y disposición. Hacia el O. la potencia es algo más reducida.

Ya hemos indicado antes que este nivel es frecuentemente fosilífero, especialmente en su parte baja y en los dos bancos calizos intermedios, si bien los restos fósiles no suelen estar bien conservados.

Al oeste de Villatarás (B-4), en la carretera, inmediatamente sobre las calizas turonenses, hemos encontrado Briozoarios y restos de *Ostrea*; en la bajada del vértice Peñalba a Villabasil (D-3), *Nautilus*, *Pleurotomaria*, *Ostrea*, *Lima*, *Pentaerinus* y Briozoarios.

En Villabasil (D-4), *Lima santoniensis*, *Turritella*, *Nautilus* y *Gautiericeras vallei* ? Ciry, y por último, al Norte de Villaventín (C-4), en el banco calizo inferior, recogimos *Terebrátula*, *Pycnodonta vesicularis* Lmk. y *Mioconcha supra-cretacea* d'Orb., y en otro banco calizo, en los cerros al oeste de Angosto (B-4), *Exogyra spinosa* Math.

Santonense (C₁)

La potente serie cretácea que venimos viendo desarrollarse en magnífico monoclinial entre los límites norte y sur de la Hoja, monoclinial sólo momentáneamente interrumpido por el diapiro de Villasana de Mena, aún comprende bastantes más niveles que los estudiados, pero aquí culmina en Oteo, junto al borde sur de la Hoja (D-4), en un banco de caliza santonense que no hace más que asomar en los varios cerros alineados junto a aquel pueblo.

Este nivel calizo, que es el segundo en importancia dentro del Cretáceo, aunque aquí está escasamente representado, en la vecina hoja de Medina de Pomar forma cejos muy largos y bien acusados, de los que uno de ellos, el más septentrional, entra momentáneamente en nuestra Hoja por su borde sur.

Está constituido por calizas claras, amarillentas y a veces rojizas y algo arenosas, que cerca de Oteo tienen *Exogyra spinosa* Math. y *Trigonia limbata* d'Orb. Su potencia es de unos 200 metros.

Al norte de Cubillos de Lora (B-4) aparece un pequeño retazo de caliza santonense que descansa al Norte sobre las margas coniacenses, y por el Sur viene limitado por una falla y el diapiro. Son también calizas amarillentas claras con *Lacazina* y algunos niveles más rojizos.

Maestrichtense (C₆)

La serie cretácea ininterrumpida termina dentro del ámbito de la Hoja, en el Santonense, pero en dos asomos aislados aparecen dos pequeños retazos de niveles superiores a los hasta ahora estudiados, uno de ellos perfectamente datado por sus fósiles, que corresponden al Maestrichtense.

Inmediatamente al oeste de Tabliega (A-4) se encuentra uno de dichos isleos, constituido por calizas compactas amarillentas y arenosas con otras más margosas y blandas del mismo color, C₆², en corridas verticales o ligeramente inclinadas al Norte, bien estratificadas y orientadas sensiblemente Este-Oeste.

En estas capas recogimos una abundante fauna de Orbitoides, compuesta de:

Lepidorbitoides socialis Leym.

— — — var. *minor pustulata* Schlumb.

Orbitella apiculata Schlumb.

— sp.

Omphalocyclus macropora Lmk.

Estas bancadas calizas limitan por el S. con las margas y carniolas del diapiro y por el N. tienen otras capas concordantes de caliza muy arenosa, rojiza y cavernosa, C₆¹, separadas del Turonense que se extiende más al N., por una falla.

La primera vez que vimos este afloramiento no nos explicamos su aparición allí, en medio de formaciones más bajas, y lindando con el Keuper diapírico, lo que parecía indicar que el nivel estratigráfico era inferior al que determina la fauna encontrada.

Hoy, mejor estudiado el problema y vista la falla que limita por el Norte estas capas, así como la presencia, poco más al Este, del Santonense, podemos explicar perfectamente la presencia de este Maestrichtense, cosa que haremos en el siguiente capítulo.

Otro pequeño asomo maestrichtense se encuentra al S. de Gayangos (A-4), en el ángulo SO. de la Hoja, sobre la carretera de Burgos a Bercedo, y está constituido por areniscas bastas amarillentas, rojizas, con cuarzo y estratificación cruzada, C₆¹.

Tienen un fuerte buzamiento al OSO. y están en contacto por el Este con las margas del Keuper.

Su atribución al Maestrichtense la hacemos por semejanza litológica con formaciones de esta edad en hojas colindantes y por la continuidad de las bancadas en dichas hojas, así como por soportar unas calizas que atribuímos al Eoceno, que quedan ya fuera de la Hoja.

Cuartario (D¹)

Los bruscos desniveles que afectan a la topografía de esta Hoja favorecen en gran manera una activa erosión, y en su consecuencia la deposición de mantos en las depresiones constituídas por los niveles margosos blandos.

Así, por ejemplo, el Keuper del diapiro de Villasana de Mena (D₂) aparece casi constantemente oculto bajo un manto de tierras y guijarros que impide el estudio de los elementos componentes del Triásico, hasta el punto de que muchas veces los afloramientos ofíticos quedan totalmente ocultos bajo el Diluvial y sólo se ha supuesto su existencia y su emplazamiento y tamaño aproximado por la abundancia de trozos de ofita existentes en los campos y cercas.

Atendiendo al rigor estratigráfico, deberíamos haber dado una mayor extensión a las manchas cuartarias, pero hemos considerado que ello enmascararía la forma y tamaño del diapiro, al ocultarlo en su mayoría, y hemos preferido reducir el Cuartario y representarlo de manera menos aproximada por creer preferible sacrificar su exactitud a la mejor comprensión de la estratigrafía y tectónica comarcal. Lo mismo podemos decir de la parte del diapiro de Salinas de Rosío, en Bárcena de Pieza, que se encuentra en esta Hoja, donde hemos preferido prescindir del Cuartario, que allí existe en todas las partes bajas.

En la zona de Baranda (A-4)-Villasante (A-3), las margas cenomanense-turonenses, aparecen cubiertas por un extenso manto cuartario que en algunos puntos forma una terraza sobre el río Trueba.

Finalmente, las margas coniacenses de Villaventín (C-4) y Lastras de la Torre (B-4), aparecen frecuentemente ocultas bajo el Cuartario.

IV

PETROGRAFÍA

Entre las muestras de ofitas de los diez afloramientos dispersos en el diapiro de Villasana de Mena, hemos incluido sólo el estudio de una, la correspondiente al afloramiento al sur de Ordejón de Ordunte (B-2), ya que las demás son iguales o muy parecidas.

MACROGRAFÍA

Roca de color verde oscuro con fractura irregular. A simple vista observamos que se trata de una roca cristalina de grano muy fino, sin poder reconocer ninguno de los minerales que la componen.

MICROGRAFÍA

Al microscopio se nos presenta como una roca cristalina de textura ofítica, donde anchas varillas de feldespato se entrelazan dejando espacios rellenos por uralita.

Los feldespatos han perdido su primitiva transparencia y se encuentran muy alterados en agregados cristalinos de saussurita. Dado su estado de transformación, es imposible deducir qué plagioclasa era el primitivo feldespato.

La uralita se presenta en placas alotriomorfas de color verdoso, débil

pleocroísmo y poca extinción. Muestra transformación en antigorita, que forma agregados fibrosos verdosos en el interior de las placas de uralita y vetillas que cruzan la roca.

Hay cuarzo intersticial transparente e incoloro, con débil polarización, magnetita opaca granular o idiomorfa, bien cristalizada, quizá primaria y en agregados que forman esqueletos cristalinos secundarios, separados de la uralita en el proceso de su serpentinización.

Ilmenita muy escasa.

CLASIFICACIÓN

Por su textura, composición mineralógica y el predominio o al menos igualdad del piroxeno anfibolitizado (uralita) sobre el plagioclasa, podemos clasificar a esta roca como ofita.

V

TECTÓNICA

Los pliegues

La disposición de los estratos cretáceos en la Hoja de Villasana de Mena, pone de relieve una tectónica muy sencilla de esfuerzos poco violentos, pero que se complica algo por la aparición de los dos asomos diapíricos existentes, los cuales dan esas notas discordantes que vienen a alegrar la monotonía de una estructura casi tabular.

En efecto: el Cretáceo aparece en toda la Hoja formando un amplísimo y suave monoclinial, que por giro continuo de las alineaciones de las capas, se convierte realmente en un cuarto de cubeta de concavidad dirigida al Sur.

Los estratos que excepcionalmente llegan a buzarse 30° en la zona oriental, tienen dirección casi NO.-SE., pero al llegar a la línea Oteo (D-4)-Bortedo (E-1), giran paulatinamente hasta orientarse NE.-SO., en la mitad occidental.

El esfuerzo sufrido por las capas al curvarse, da lugar a que en la parte próxima al centro de curvatura, se produzcan accidentes secundarios, de direcciones anormales, y a veces casi perpendiculares a los rumbos dominantes. Así tenemos que, de Este a Oeste, aparecen los siguientes accidentes secundarios:

En la zona de Artieta-Medianas (E-2), las margas turonenses sufren unas suaves ondulaciones, sinclinal-anticlinal, de orientación próxima a la N.-S.

Más adelante, en Tabliega (A-4), Villalacre (B-4), Muga (C-3), aparece el anticlinal de Villalacre, orientado NE.-SO., que hace aflorar entre las margas coniacenses la caliza turonense, y más al SO. las margas turonenses, e incluso el Eocretáceo. Como consecuencia inmediata de este anticlinal, se forma al NO., en Castrobarto (B-4), una cubeta sinclinal rellena por las margas coniacenses.

El empuje soportado por las capas en esta zona, para amoldarse al giro impuesto por el cambio de directriz tectónica, ha sido grande y ha tenido como consecuencia que se quiebren las capas cerca del eje del anticlinal, rotura bien visible en la carretera de Castrobarto (B-4) a Villaventín (C-4), y que se hunda el labio NO. en relación con el SE., tanto más cuanto más caminamos hacia el SO., llegando a poner en contacto anormal el Santonense, al Norte, con el Eocretáceo, al Sur.

En la figura 2 damos un corte N.-S. trazado al E. de Angosto (B-4), en donde se ve la disposición del anticlinal y la falla, más desplazada ya del eje

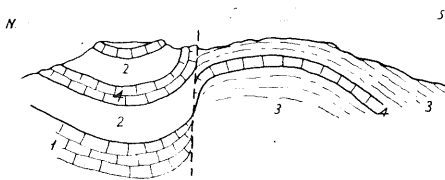


Fig. 2.—Corte al E. de Angosto: 1, Caliza turonense. 2, Coniacense. 3, Wealdense. 4, Intercalación marina aptense.

del anticlinal. El corte I-I da otra sección del anticlinal más al NE., cerca de la carretera.

La dirección de la falla, al formarse, debió ser casi rectilínea, y su prolongación SO. pasaría por cerca de Recuenco (B-4). Pero al romper la masa diapírica arrancó gran parte del labio NO. de la falla y arrastró hacia el Norte un retazo de Maestrichtense, que quedó incrustado contra la caliza turonense de Tabliega.

El croquis de la figura 3 indica la supuesta disposición de las capas cerca

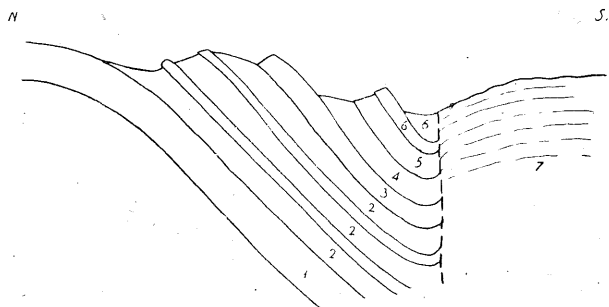


Fig. 3.—Supuesto corte por las proximidades de Tabliega, antes de la extrusión diapírica: 1, Turonense. 2, Cenomanense. 3, Santoniense. 4, Campaniense. 5, Maestrichtense. 6, Terciario? 7, Wealdense.

de la falla antes de producirse la chimenea diapírica, y permite suponer el mecanismo que ha dado lugar a que actualmente aparezca un retazo de Maestrichtense en posición, a primera vista, poco lógica.

Finalmente, otro accidente de orientación anormal, aunque de escasa importancia, es un suave anticlinal N.-S. que dibuja el Wealdense y Turonense en la zona de El Ribero (A-4), que se resuelve hacia el Norte en silla de montar muy suave.

Las calizas al Este del citado pueblo buzan 25° E., y fuera de la Hoja, en la de Espinosa de los Monteros, se ve reaparecer el cejo de caliza turonense, que completa este suave y corto anticlinal, que el diapiro ha venido a agudizar algo.

Los diapiros

Dos son los afloramientos diapíricos que se nos ofrecen en la Hoja: el de Villasana de Mena, comprendido íntegramente en ella, y el de Revilla de Pienza, que es sólo una porción septentrional, relativamente pequeña, del extenso diapiro de Salinas de Rosío, que se desarrolla en la inmediata hoja de Medina de Pomar.

En nuestro anterior estudio sobre la región, nos ocupamos ya con bastante detalle de estos diapiros, y posteriormente unó de nosotros se ocupó extensamente del problema diapírico (27), por lo que aquí daremos sólo un resumen y algún detalle inédito, observado en nuestros últimos reconocimientos.

El diapiro de Villasana de Mena es un redondeado ojal que se abre en medio de las margas turonenses de los dos tramos inferiores, dispuestas en suave y regular monoclinas, sin que se observe falla ni accidente alguno que pueda tener relación con la ubicación del diapiro.

Es, pues, un caso típico de chimenea salina que ha atravesado verticalmente la potente serie cretácea, levantando los estratos en el contacto hasta cerca de la vertical, e incluso volcándolos.

En toda la mitad norte de su perímetro aparecen las capas del Cretáceo inferior algo desplomadas, y en algún sitio bastante, como en Urbaneja (C-2), formándose, como consecuencia del empuje diapírico, un corto sinclinal que afecta al Cretáceo inferior y niveles inferiores del Turonense, desde Maltravilla (D-1) a Arceo (C-2).

Por el contrario, en la mitad sur del perímetro no hemos observado desplome de las capas, que están levantadas violentamente en el contacto y llegan a veces a la vertical.

Es conveniente hacer notar que en el puerto de la Magdalena (C-3) y en toda la bajada desde él a Cadagua (C-3), con un desnivel de 500 metros sobre el valle de Mena, se ven las calizas y luego las margas turonenses bruscamente levantadas hasta llegar a buzarse 70° O. Detalle interesante, como veremos después, para estimar la edad de los diapiros.

El de Salinas de Rosío, o de Bárcena de Pienza, en esta Hoja, tiene particularidades curiosas que lo distinguen del anteriormente descrito; las vamos a señalar, aunque su estudio de conjunto y observaciones que sugiere preferimos dejarla para la explicación de la contigua hoja de Medina de Pomar, en donde aparece la parte más extensa de él.

Así como la chimenea de Villasana de Mena se ha abierto paso a través de capas muy tendidas, sin que en todo su contorno se observe anomalía ni rotura alguna, el diapiro de Bárcena de Pienza ha perforado estratos cretáceos y terciarios más trastornados, en parte de su perímetro, y en los que, con anterioridad al fenómeno diapírico, existían dos fallas, una de ellas la de Villalacre (B-4), que hemos descrito antes, y otra fuera del ámbito de la Hoja, aunque una pequeña porción de su traza pasa por Gayangos, cerca del ángulo SO., y forma el límite entre el Keuper y el Maestrichtense.

En cuanto a la falla de Villalacre, es evidentemente anterior al diapiro, tanto por extenderse en zona alejada del mismo, como por su estilo, pues como hemos visto en el croquis de la fig. 1, es claramente un accidente de compresión, que llega a levantar las capas hasta la vertical como consecuencia de la sobrepresión ocasionada por la curvatura del monoclinial cretáceo.

En la zona de Revilla de Pienza (A-4), las capas del Cretáceo inferior-Cenomanense se levantan bruscamente al contacto con el diapiro y al oeste del río Trueba llegan a desplomarse un poco hacia el Norte, en dispositivo semejante al que hemos visto en la zona norte del diapiro de Villasana de Mena.

El proceso de formación de estos diapiros ya se explicó en el trabajo varias veces aludido (27), y aquí no haremos más que resumirlo.

El de Villasana de Mena es uno de los ejemplos más típicos de chimenea salina, sin relación alguna con los plegamientos regionales, y sin ser, por lo tanto, consecuencia de ninguno de los esfuerzos tangenciales que se han dejado sentir en la región.

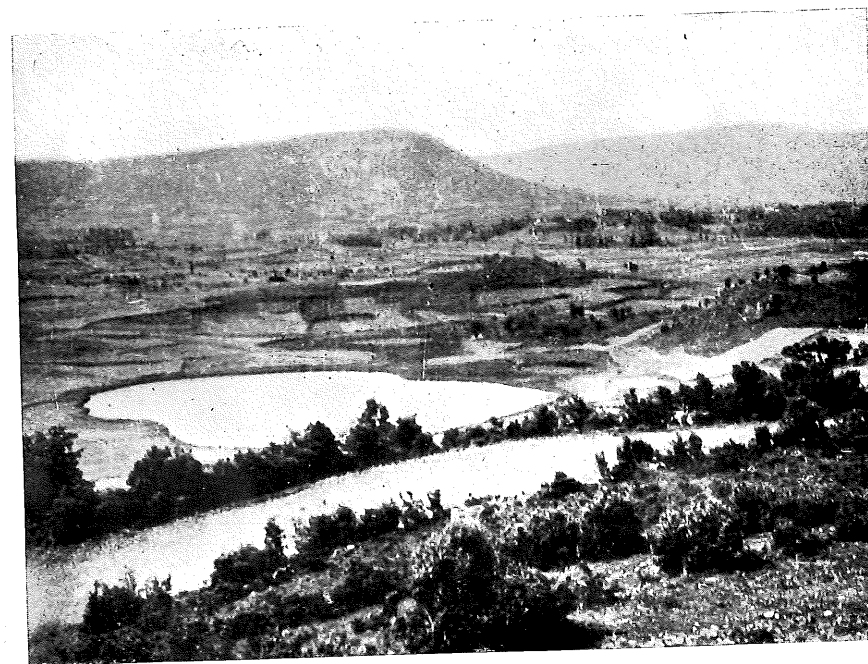
La semejanza de características que ofrecen los varios diapiros de la zona hace que se les pueda atribuir un mismo origen y un mismo momento de aparición.

Por el diapiro de Salinas de Rosío y otros, sabemos con certeza que éstos se han formado después del Oligoceno, cuyas capas perforan.

Todo ello obliga a admitir que la formación de los diapiros ha sido un fenómeno de isostasia debido al enorme peso de la potentísima serie cretácea



Fot. 4.—Ángulo SO. del diapiro de Villasana de Mena, con el Santuario de Cantonal. Al fondo el cejo calizo turonense (C₂⁴).



Fot. 5.—Ángulo SO. de la Hoja. La laguna de Bárcena en las margas triásicas del diapiro de Pienza o de Salinas de Rosío. Al fondo cejo calizo turonense (C₂⁴) en la contigua hoja de Espinosa de los Monteros.

depositada en el profundo surco cantábrico. Terminados los últimos efectos del plegamiento de fase sávica, principal responsable de la tectónica de la Hoja, pero sin que podamos precisar el momento, la presión de los estratos cretáceos en el fondo del surco cantábrico, tuvo por efecto desplazar hacia los bordes la masa plástica del Keuper que se abre camino hacia la superficie en la zona de brusca disminución de espesor del Eocretáceo, en donde se puede suponer la existencia de alguna grieta que facilite la ascensión (27, pág. 43, fig. 13, lám. III).

Queda, sin embargo, por resolver cuándo se ha producido el fenómeno diapírico entre la fase sávica y el momento actual.

En nuestro trabajo anterior (23, pág. 106), ya se indicaba que la disposición en seta de los diapiros, desbordándose la masa triásica sobre los estratos del contacto, hace que la posición de éstos sea diferente si nos hallamos ante una seta de expansión o si la erosión se ha llevado ya ésta y la sección que tenemos a la vista corresponde a una parte más o menos profunda de la chimenea. En el primer caso, las capas deben estar volcadas, y en el segundo a lo sumo verticales o con buzamiento al exterior.

El hecho de que se observe en los distintos diapiros capas volcadas, tanto oligocenas como cretáceas, en el fondo de valles recientes, hizo sospechar que se trata de un fenómeno reciente o continuo desde su aparición (28, pág. 40).

Nuestras últimas observaciones nos inclinan a insistir sobre la probabilidad de que el fenómeno diapírico, cuyo momento de aparición queda incierto, sin más precisión que la de que es postoligoceno, una vez producido y proyectada la masa del Keuper al exterior, sigue funcionando de una manera continua hasta nuestros días.

En efecto, hemos hecho observar antes, que el puerto de la Magdalena (C-3), a una cota de 500 m. sobre Cadagua, al borde del cantil, se ven capas de caliza turonense levantadas bruscamente hasta 70°, accidente que sólo puede ser debido al empuje de la masa diapírica. Bajando la cuesta hasta llegar al Keuper se van encontrando las margas inferiores, siempre con buzamientos fuertes, y desde Urbaneja (C-2), hasta Caniego (D-2), se ve el Eocretáceo-Cenomanense volcado.

Esta disposición parece indicar que la extrusión diapírica ya se había producido antes de que la erosión hubiera desmontado los 600 ó 700 m. de Turonense que media entre el punto en que ahora se encuentra el contacto diapírico y el citado collado, pues de lo contrario, las capas altas del cejo calizo hubieran quedado fuera de la zona afectada por el diapiro.

Por otra parte, el desplome de las capas eocretáceo-cenomanenses en toda la mitad norte del diapiro (precisamente donde no están protegidas por el gran escalón turonense) parece indicar que la expansión de la seta diapírica

ha continuado produciéndose después de haber actuado la erosión, pues la disposición volcada de los estratos no corresponde a una zona de chimenea, puesta al descubierto por la erosión.

Para terminar, diremos que la Hoja de Villasana de Mena, que ofrece únicamente una serie cretácea incompleta, no suministra datos suficientes para reconstruir la historia geológica de la región. Sólo podemos decir que terminada la deposición del Eocretáceo, en cuyos últimos tiempos se producen algunos episodios marinos de poco espesor, el Cenomanense constituye el tránsito a la facies marina y a continuación se deposita ya con carácter francamente marino la serie neocretácea y eocena y la oligocena, nuevamente lacustre. Los sedimentos se pliegan suavemente durante las fases pirenaica y sálica, y posteriormente en un momento impreciso, y por un proceso isostático, se elevan las columnas salinas de los diferentes diapiros, a través de la potente serie cretácea, fenómeno que se prosigue de una manera continua hasta nuestros días.

Cuando describamos la contigua hoja de Medina de Pomar, trataremos más extensamente este tema con más elementos de juicio; entre tanto nos remitimos a la explicación de la de Miranda de Ebro, por pertenecer aquella región a un mismo conjunto orogénico y ofrecer análogos problemas.

VI

CRÍTICA DE LOS ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

En este capítulo vamos a hacer brevemente un estudio crítico de los trabajos geológicos que sobre esta zona han publicado los geólogos que nos precedieron. Comparamos sus conclusiones con las nuestras y establecemos con la mayor claridad que nos ha sido posible, el enlace y equivalencia de nuestras divisiones con las de sus mapas.

Como ya hemos dicho, solamente conocemos dos trabajos en que esté representada cartográficamente esta región con criterios modernos, y a ellos limitaremos este comentario.

Empezaremos por el más antiguo, que es el de Schriël (31), aunque su mapa no comprende sino el oeste y sur de la Hoja.

No obstante ser un experimentado geólogo, de capacidad y fama reconocidas, sufrió equivocaciones de nota que fueron señaladas por Sáenz (29) y luego por Ciry (11), y por nosotros mismos (28). Confusiones en la identificación de extensas unidades estratigráficas le llevan a errores considerables en el mapa y, como consecuencia, a interpretaciones tectónicas erróneas.

La importante confusión que afecta toda la zona norte de su trabajo, desde Espinosa hasta Orduña, es la siguiente:

Considera que el Cretáceo inferior, al Norte, tiene siempre facies wealdense y lo describe con sus auténticas características, pero incluye en él unas margas y calizas, finas al Oeste, compactas al Este, que no son sino las calizas del Turonense superior.

Por eso nos encontramos que Bercedo (B-2), que en nuestro mapa está ya en el Turonense y en las margas C_2^3 , aparece en el mapa de Schriël muy metido en el Wealdense, atribuyendo parte de las calizas turonenses, entre Salinas de Rosío y Bercedo, al Urgoniense, y parte al Senonense transgresivo,

uniéndolas más al Este con las calizas santonenses del Sur de Quincoces, que figura, sin embargo, con bastante exactitud, coincidiendo con nosotros, así como en las margas en que está enclavado Castrobarto (B, C-3), que atribuímos al Coniacense. Marca con bastante precisión el diapiro de Salinas de Rosío y el giro de las capas de caliza turonense, que él considera Senonense, pero une la mancha de Cretáceo inferior, al sur del Rivero, con la de la zona norte, siendo así que están separadas por una ancha faja turonense.

SCHRIEL		RÍOS-ALMELA-MUÑOZ	
Senonense	M	C ₄	Santonense
	K	C ₃	Coniacense
Urgonense	Cu ₃	C ₂ ⁴	Turonense superior
		C ₂ ¹ -C ₂ ² -C ₂ ³	Turonense inferior
Wealdense	C _w	C ₁	Cenomanense
		G	Cretáceo inferior, facies wealdense.

Por último, vamos a comentar un trabajo de Clemente Sáenz (30), que no es más que un avance del que el autor se proponía realizar sobre esta zona, y que los azares de la guerra de Liberación le impidieron realizar. No obstante, reuniendo sus recuerdos ha conseguido redactar un trabajo muy interesante, en que está comprendida la Hoja totalmente. Hay que decir que, dentro de su escala y carácter esquemáticos, es un trabajo muy exacto, en que no solamente se rectifican los errores de Schriell, sino que se señalan todas las divisiones parciales, con notable veracidad en los contornos.

La determinación de las edades de sus pisos es, sin embargo, algo distinta de la nuestra, como puede apreciarse en el siguiente cuadro:

S Á E N Z		ALMELA-RÍOS-MUÑOZ	
Campanense inf.	CA	C ₄	Santonense
Santonense, margas fosilíferas.	SA	C ₃ ² -C ₃ ³ -C ₄ ⁴	Coniacense
Coniacense	Co	C ₃ ¹	Coniacense
		C ₂ ⁴	Turonense superior
Turonense sup.	TS	C ₂ ³	Turonense
Turonense medio	Tm	C ₂ ²	
Cenomanense, Turonense	Gr	C ₂ ¹	Cenomanense
		C ₁	
Albense-Aptense	A-A	G	Cretáceo inferior de facies wealdense.

Coincidimos con él en todo el Cretáceo inferior, y solamente, a nuestro juicio, extiende el Cenomanense hacia arriba, a costa del Turonense.

El Turonense medio es nuestro banco calizo, cuyos contornos vienen justamente representados en el mapa de Sáenz.

Solamente al llegar al Coniacense empiezan las verdaderas discrepancias, ya que para Sáenz es el atrevido cejo calizo que corona las alturas meridionales del valle de Mena y que nosotros hemos atribuido al Turonense.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Climatológicamente esta región puede considerarse quizá dividida en dos partes, separadas por la cornisa de caliza turonense que corre a lo largo de las sierras Carbonilla y de la Peña, hasta Tabliega (A-4).

La parte norte podemos incluirla en el clima cantábrico, y dentro de éste, tenemos el valle de Mena, en la región de los valles donde la nieve no suele caer más de seis o siete días al año, y generalmente no cuaja o se mantiene muy poco sobre el suelo, y el resto en la de los altos donde llueve y nieva con más frecuencia, especialmente en los Montes de Ordunte y puerto de los Toros, que se llega a cerrar por la nieve en el invierno. El promedio de los días de lluvia suele ser de 150 y las temperaturas mínimas llegan a 6° bajo cero.

La parte sur, más típicamente burgalesa, ya entra dentro del clima de la paramera, con temperaturas más extremas de frío y calor, menos lluvias y más nieves, que perduran más tiempo por la mayor altura.

De todas maneras, en toda la Hoja el clima es más bien húmedo y el coeficiente de escorrentía muy elevado, como puede apreciarse por el gran número de arroyos que surcan todas las laderas y valles, aunque muchos no corren en el rigor del verano, sobre todo en la parte sur, donde los calores estivales llegan a secarlos.

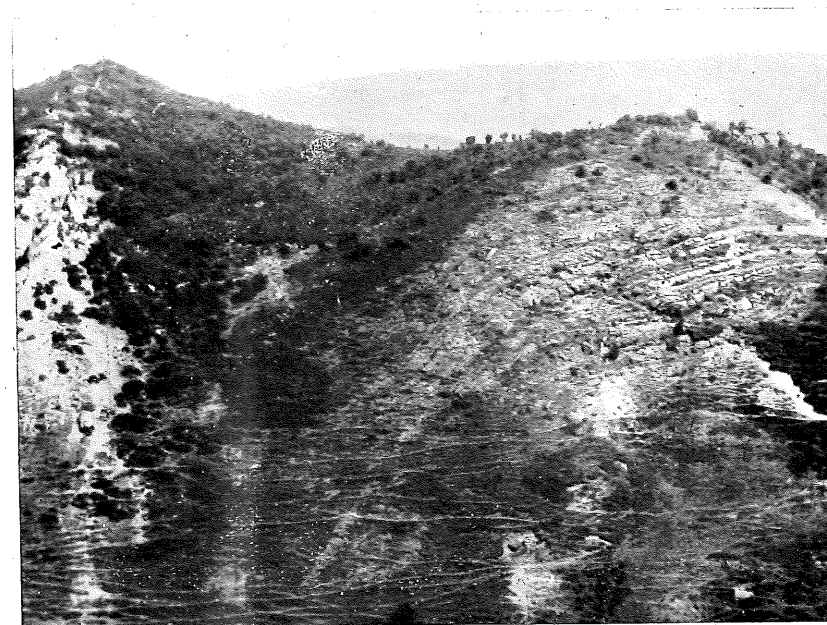
De los Montes de Ordunte bajan a favor del terreno, margoso a trozos e impermeable, muchos arroyos que engrosan el caudal del pantano del mismo nombre. En la provincia de Santander también nacen varios arroyos, que corren por los valles de esta zona de mayores pendientes, mezcla de tramos permeables (areniscas) e impermeables (margas); los pueblos están edificados a su orilla surtiéndose de sus aguas, y en general, todos tienen fuente pública de dos o tres caños con agua muy fresca y bastante caudal. De las calizas per-

meables del sur del valle de Mena bajan, por las margas turonenses, muchos arroyos que corren sobre aquellas margas impermeables y bajan al valle de Mena a desaguar al Cadagua.

Del mismo borde calizo permeable de sierra Carbonilla nacen también bastantes arroyos, que a favor de la pendiente del monoclinal, corren al Sur sobre las margas, dándose el caso curioso que en las mismas alturas de sierra Carbonilla, en el casquete calizo de Castro Grande (E-2, 3), ya nacen los arroyos en el contacto con las margas, cayendo en cascada para correr por el valle abierto por la erosión y formar el río Cereza.

Resumiendo: en esta región el agua no es en ningún caso problema, ya que los muchos arroyos existentes surten de agua a los pueblos y se utilizan en muchos casos para el riego, tampoco muy necesario por la humedad del clima, y en la zona sur los cultivos están más bien subordinados a la naturaleza del suelo, calizo o margoso, que a la falta de agua, aunque escasea algo más.

Dentro del diapiro también hay fuentes de agua dulce y potable.



Fot. 6.—Falla de Angosto.



Fot. 7.—Santoniense de Peña Alta y, delante, el Coniacense.

VIII

MINERÍA Y CANTERAS

Aunque se trata de una zona en que hay calizas, quizá por la posición poco favorable por la altura de éstas, no hemos visto grandes canteras que las exploren, aunque lo hayan sido ocasionalmente para alguna edificación. Minerales utilizables no conocemos en esta zona.

BIBLIOGRAFÍA

1. ADÁN DE YARZA, R.: *Descripción física y geológica de la provincia de Álava*. Mem. Com. Mapa Geol. de España. Madrid, 1885.
2. — *Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya*.—Mem. Comisión Mapa Geol. de España. Madrid, 1892.
3. — *El país vasco en las edades geológicas*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. VIII, 2.^a serie. Madrid, 1906.
4. ARÁNZAZU, J. M.: *Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España. t. IV. Madrid, 1877.
5. BATALLER, J. R.: *Bibliografía del Cretáceo de España*.—Estudios Geológicos, n.º 1.—Madrid, 1945.
6. — *Enumeración de las especies nuevas del Cretácico de España*.—Memorias Real Acad. Cienc. y Artes. Barcelona, 1945.
7. BERTRAND, L.: *Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales et centrales*.—Bull. Soc. Géol. France, 4.^a ser., t. XI. París, 1911.
8. CALDERÓN, S.: *Reseña geológica de la provincia de Álava*.—Rev. Soc. Progr. de las Cienc. Madrid, 1874.
9. CARANDELL, J.: *Breves apuntes fisiográficos de la región septentrional de la provincia de Burgos*.—Bol. Acad. Cienc. Exac., Fís. y Nat., t. XXIV, pág. 406. Madrid, 1828.
10. CAREZ, L.: *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*.—París, 1881.
11. CIRY, R.: *Étude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*.—Tesis doctoral. Toulouse, 1940.
12. CIRY, R., y MENDIZÁBAL, J.: *Contribution a l'étude du Cénomanien et du Tu-*

ronien des confins septentrionaux des provinces de Burgos, d'Álava et de la Navarre occidentale. — Livre Jubilaire Charles Jacob. Annales Hébert et Haug, t. VII. París, 1949.

13. COLLETE, C.: *Reconocimiento geológico del Señorío de Vizcaya*.— Bilbao, 1848.
14. DELMA, J. E.: *Guía del viajero de Vizcaya*.— Bilbao, 1865.
15. ECHEGARAY, C.: *Geografía general del País Vasco-Navarro. Provincia de Vizcaya*.—1910.
16. FOURNIER, E.: *Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales*.—Bulletin Soc. Géol. France, I. París, 1913.
17. — *Études sur les Pyrénées Basques*.—Bull. Serv. Carte Géol. France, t. XVIII. París, 1908.
18. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *Investigaciones petrolíferas en España*.—Revista Minera y Metalúrgica de Ingeniería. Madrid, 1932-1933.
19. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Explicación de la hoja n.º 137. Miranda de Ebro*.—Madrid, 1946.
20. — *Explicación de la hoja n.º 109, Villarcayo*.—Madrid. (En prensa.)
21. JACOB, CH.: *Zone axiale, versant sud et versant nord des Pyrénées*.—Livre Jubilaire, t. II, pág. 389. Soc. Géol. France. París, 1930.
22. KARRENBERG, H.: *Die Postvariscische Entwicklung Des Kantabro-Asturischen Gebirges (Nordwestspanien)*.—Beiträge zur Geologie der Westlichen Mediterrangebiete. Abh. der. Ges. der. Wiss. zu Göttingen. Math. Phys. Klasse III Folge. Heft. 11. Berlín, 1934.
23. LAMARE, P.: *Sur quelques points de la structure du Pays Basque espagnol et sur le caractère tectonique de la région*.—Bull. Soc. Géol. France. París, 1923.
24. — *Le problème du Trias dans les Pyrénées Basques*.—Bull. Soc. Géologique France. París, 1928.
25. MAESTRE, A.: *Reseña geológica de las provincias vascongadas*.—Bol. Comisión del Mapa Geol. de España, t. III. Madrid, 1876.
26. RAT, P.: *L'Albien supérieur marin dans la série schisto gréseuse du Sud-Ouest de la Biscaye*.—Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. t. 232, p. 2115. París, 4 junio 1951.
27. RÍOS, J. M.: *Diapirismo*.—Bol. Inst. Geol. y Min. de España, tomo LX. Madrid, 1947.
28. RÍOS, J. M., ALMELA, A., y GARRIDO, J.: *Contribución al conocimiento de la geología cantábrica. Un estudio de parte de las provincias de Burgos, Álava, Vizcaya y Santander*.—Bol. Inst. Geol. y Min. de España, tomo LVIII. Madrid, 1947.
29. SÁENZ GARCÍA, C.: *Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del País Vasco y NE. de la provincia de Burgos*.—Las Ciencias, año V. 1940.

30. SÁENZ GARCÍA, C.: *Nota acerca de la estratigrafía del supracretáceo y del numulítico en la cabecera del Nela y zonas próximas*.—Bol. Soc. Española Historia Natural. Madrid, 1933.
31. SCHRIEL, W.: *Die Sierra de la Demanda und die Montes Obarenes*.—Abh. der Ges. Wiss zu Göttingen, Math.-Phis. Klasse N. F. t. XVI, 2. 1930.
32. VERA, V.: *Geografía del País Vasco-Navarro. Provincia de Álava*.—1910.
33. VERNEUIL, COLLOMB y TRIGER: *Note sur une partie du Pays Basque espagnol*.—Bull. Soc. Géol. de France, tomo XVII, 2.ª serie. París, 1860.