

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 352

T A B U E N C A

(ZARAGOZA, SORIA)

MADRID
TIP. - LIT. COULLAUT
MANTUANO, 49
1955

TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA

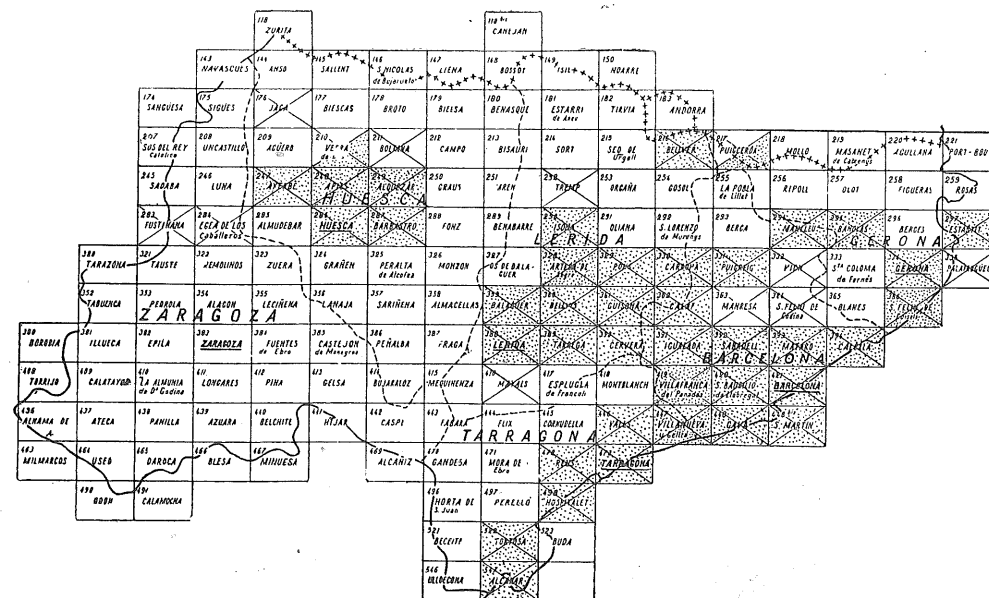
SITUACIÓN DE LA HOJA DE TABUENCA, NÚMERO 352

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por el Rvdo. Dr. D. JOSÉ RAMÓN BATALLER CALATAYUD y el Ingeniero de Minas D. AGUSTÍN DE LARRAGÁN ALFARO.

Revisada en el campo por el Ingeniero jefe de la Región, D. ANTONIO ALMELA.

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.

ES PROPIEDAD
Queda hecho el depósito que marca la Ley



Publicada



En prensa



En campo

PERSONAL DE LA TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe D. Antonio Almela.
Subjefe D. Agustín de Larragán.
Ingeniero D. Augusto de Gálvez-Cañero.
Ingeniero D. Rafael Sánchez Lozano.

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Bibliografía	5
II. Datos históricos de la geología regional	9
III. Geografía física y humana	19
IV. Estratigrafía	25
V. Paleontología	51
VI. Tectónica	59
VII. Petrografía	63
VIII. Hidrología subterránea	69
IX. Orografía, datos pluviométricos, hidrografía, Cueva de Maderuela	79
X. Minería, mineralogía y materiales útiles ...	91



EXCMO. SR. D. PEDRO PALACIOS

Al publicarse esta primera hoja de la provincia de Zaragoza es justo rendir homenaje al insigne ingeniero de Minas don Pedro Palacios, que trazó los rasgos característicos y fundamentales de la geología de este país.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMELA, A., RÍOS, J. MARÍA, MUÑOZ, C. (1952): *Mapa geológico de España y Portugal*.—Instituto Geol. y Min. de España. Escala 1:1.000.000, 3.^a edición. Madrid.
- BORN, AXEL: *Das Ebrobecken*.—Neues Jahrb. f. Min Beil. Band. XLII.
- BOTELLA Y DE HORNOS, FEDERICO DE (1879): *Mapa geológico de España y Portugal*.—1:2.000.000. Madrid.
- CARANDELL J., y GÓMEZ DE LLARENA, J. (1918): *El glaciario cuaternario en los Montes Ibéricos*.—Trab. Mus. Nac. Cienc. Naturales. Ser. geol. n.º 22, pág. 51. Madrid.
- CASAS TORRES, J. M., y FLORISTÁN SAMANES, A. (1945): *Bibliografía geográfica de Aragón*.—Estudios geográficos, n.º 20-21, pág. 559. Zaragoza.
- DANTÍN CERECEDA, JUAN (1942): *Distribución y extensión del endorreísmo aragones*.—Estudios geográficos, n.º 8, pág. 505. Madrid.
- DEPÉRET, CH., VIDAL, L. M. (1906): *Sur le bassin oligocène de l'Ebre et l'Histoire tertiaire de l'Espagne*.—C. R. Ac. Sc., t. 142, pág. 752. París.
- DONAYRE, FELIPE M. (1873): *Descripción geológica de la provincia de Zaragoza*.—Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Madrid.
- DOUVILLÉ, R. (1911): *La Peninsule Iberique. A, Espagne*.—Handbuch der Regionalen Geologie. Band. III Heft. 7. Heidelberg.
- EZQUERRA DEL BAYO (1841): *Observaciones geognósticas y mineras sobre la Sierra del Moncayo*.—Anales de Minas, t. II. Madrid.
- FERRANDO MAS, P. (1906): *Rocas hipogénicas de la provincia de Zaragoza*.—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VI, pág. 185. Madrid.
- (1909): *Cuarcitas descompuestas del Moncayo (Zaragoza) que parecen rocas eruptivas*.—Bol. R. Soc. Esp. His. Nat., t. IX, p. 376. Madrid.

- FERRANDO MÁS, P. (1913): *Estudio de las rocas eruptivas de la provincia de Zaragoza*.—Bol. Soc. Aragonesa de Ciencias Naturales, t. XII, pág. 128. Zaragoza, 1913, y Asociación Esp. Prog. de las Ciencias Naturales, página 117. Madrid.
- (1914): *Sobre un ejemplar de roca eruptiva procedente del término de Añón (provincia de Zaragoza)*.—Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XIV, pág. 257. Madrid.
- (1918): *Estratigrafía del Moncayo*.—Bol. R. Soc. Esp. Hist. Natural, pág. 200. Madrid.
- GALIAY SARAÑANA, J. (1945): *Prehistoria de Aragón*.—Institución «Fernando el Católico». Zaragoza.
- GARCÍA SAINZ, L. (1939): *Los principales rasgos morfológicos del Ebro medio*.—Las Ciencias, t. IV, pág. 528. Madrid.
- (1942): *Las regiones del Ebro medio y sus zonas de regadío*.—Estudios geográficos, n.º 8, pág. 469-503. Madrid.
- (1947): *El clima de la España cuaternaria y los factores de su formación*.—Discurso leído en la solemne apertura del Curso académico 1947-1948, pág. 41. Valencia.
- GÓMEZ DE LLARENA, J. (1916): *Excursiones a las sierras de la Demanda, Urbión y Moncayo*.—Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XVI, pág. 505. Madrid.
- (1917): *La Estratigrafía del Moncayo*.—Bol. R. Soc. Esp. Historia Nat., t. XVII, pág. 568. Madrid.
- HANNE, C., RICHTER, G., SCHRODER, E. (1930): *Zur Tectonik der Keltiberischen Ketten*.—Abh. Ges. Wissensch. Gottingen. Beitr. Geol. Wissensch. Mittelerragebiete, p. 571. Berlín.
- HUERTA, P., FR. JOSÉ DE LA: *Descripción geográfico-histórica de la ciudad de Borja*.—M. S. en 4, firmado en 8 de julio de 1819. Acad. de la Historia.
- INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA (1923): *Mapa geológico de España. Hoja n.º 21, Soria, Zaragoza, Logroño*.—Escala 1:400.000. Madrid.
- LEITAO: *Notice sur le district metallifère du Moncayo dans le royaume d'Aragón*.—Anales des Mines (5 serie). Vol. 1, p. 107. París.
- LOTZE, FR. (1929): *Stratigraphie und Tektonik der Keltiberis Grundgebirges (Spanien)*.—Abh. Ges. Wiss. Gottingen. Math-Phys. Kl. N.F. XIV, t. II. Berlín.
- MAESTRE, A. (1845): *Descripción geognóstica y minera del distrito de Cataluña y Aragón*.—Anales de Minas, t. III, y Bull. Soc. Géol. France, 2.ª serie, t. II, Madrid.
- *Bosquejo geológico de España*.
- NAVÁS, L. (1901): *La cueva de Maderuela, en Vera (provincia de Zaragoza)*.—Actas de la Soc. Esp. Hist. Nat. t. XXIX, pág. 292. Madrid, 1900, y Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. t. I, pág. 125-131, Madrid.

- NAVÁS, L. (1906): *El Chiroosaurus ibyricus sp. nov.*—Bol. Soc. Aragonesa de Cienc. Nat., t. V, pág. 208. Zaragoza.
- (1926): *El Moncayo y sus valles aragoneses, lo que fueron, lo que son y lo que pueden ser*.—Publ. Acad. Cienc. Exact. Fis.-Quím. y Nat. de Zaragoza. Zaragoza.
- (1931): *El Moncayo. Memoria premiada en los Juegos Florales de Tarazona, agosto 1928*.—Rev. Acad. Cienc. Exact. Fis.-Quím. y Nat. de Zaragoza, t. XV, pág. 49. Zaragoza.
- OBERMAIER, H. (1916): *El hombre fósil*.—Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas. Memoria n.º 9. Madrid.
- PALACIOS, P. (1882): *Cristales de pirita de hierro en las capas jurásicas de la provincia de Soria*.—Bol. Com. Mapa Geológico España, t. IX, pág. 223. Madrid.
- (1890): *Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria*.—Mem. Com. Mapa Geol. España, 558 págs., 25 figs., 6 láminas. Madrid.
- (1892): *Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. XIX. Madrid.
- (1917): *Nota acerca de la constitución estratigráfica del Moncayo*. Bol. Inst. Geol. de España, t. 38, pág. 311. Madrid.
- (1918): *La constitución estratigráfica del Moncayo*.—Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XVIII, pág. 101. Madrid.
- PALACIOS, P., SÁNCHEZ, R. (1885): *La formación nealdense en las provincias de Soria y Logroño*.—Bol. Com. Mapa Geol. España, t. XII, pág. 109. Madrid.
- PENCK, A. (1894): *Studien über das Klima Spaniens während der jüngeren Tertiärperiode und der Diluvialperiode*.—Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. Band. 29. Berlín.
- PUIG Y LARRAZ, GABRIEL (1894): *Cavernas y simas de España*.—Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España, t. XXI, pág. 354. Madrid.
- RICHTER, G., TEICHMÜLLER, R. (1933): *Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten*. Abh. Ges. Wiss. Göttingen Math. Phys. Kl. III, 7 pág. 1.067. Berlín.
- ROYO GÓMEZ, JOSÉ (1922): *El miocénico continental ibérico y su fauna malacológica*.—Memorias de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, 54 fig., 13 láminas y un mapa. Madrid.
- SALA DE CASTELLARNAU, I. (1947): *Excursión científica al Moncayo*.—Ibérica, 2.ª época, n.º 124, pág. 302. Barcelona.
- SÁENZ GARCÍA, CLEMENTE (1941): *Estructura general de la cuenca del Ebro*.—Estudios Geográficos, n.º 7 pág. 249-270. Madrid.
- (1945): *Bases para la revisión del mapa geológico de la provincia de Soria*.—Las Ciencias, año X, n.º 1, pág. 85. Madrid.

- SÁENZ, C., GARCÍA SAINZ, L. (1938): *Estudios sobre las posibilidades de embalses en las zonas situadas al N. del Moncayo*.
- SAINT-SAUD, A. DE (1891): *Le Moncayo (Aragón et Castille)*.—Ann. du Club Alpin français, 17, année 1880. París.
- SAMPELAYO, P. H. (1942): *Mapa de las montañas celtibéricas en el Sistema Siluriano*.—Explicación del nuevo mapa geológico de España, t. II, fasc. 1. Madrid.
- SAN MIGUEL, M. (1936): *Estudios de las rocas eruptivas de España*.—Mem. R. Academia Cienc. Exact. Fís. y Nat. Serie de Cienc. Nat., t. VI. Madrid.
- SANZ, JOSÉ M.^a (1935): *Moncayo. Ciencia, Turismo, Religión*.—Tarazona.
- SCHMITT, RICHARD (1945): *Das Klima von Altkastilien und Aragonien*.—Trad. en Estudios geográficos, n.º 20-21, pág. 727. Zaragoza.
- TRICALINOS, J. (1928): *Untersuchungen über den Bänder Keltiberischen Ketten des nordöstlichen Spaniens*.—D. Geol. Gesellch. Abh. LXXX, 409-82. Berlín.
- VERNEUIL-COLLOMB (1853): *Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne*.—Bull. Soc. Géol. France, 2.^a ser., t. XII, pág. 964. París.
- VERNEUIL-LORIERE (1854): *Aperçu d'un voyage géologique et tableau des altitudes prises en Espagne pendant l'été de 1853*.—B. S. G. F., 2.^a serie, t. II, página 676. París.
- VICENTE, M. (1903): *Notas geológicas sobre el Moncayo*.—Boletín de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales, t. II, págs. 253-261, 297-306. Zaragoza.
- VIDAL, L. M.^o, DEPÉRET, CH. (1906): *Contribución al estudio del Oligoceno en Cataluña*.—Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona. 3.^a época, Vol. V, pág. 311-327. Barcelona.
- WILLKOMM, M. (1852): *Die Strand und die Steppengebieten der Iberischen Halbinsel und deren Vegetation*.—Leipzig.
- WURM, A. (1911): *Untersuchungen über den geologischen van und die Trias von Aragonien*.—Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Band, 63, pág. 38-175, varias figuras y dos láminas. Berlín.

II

DATOS HISTÓRICOS DE LA GEOLOGÍA REGIONAL

Puede que de los primeros trabajos geológicos que se han publicado de la región, sea el de Ezquerro del Bayo, en 1841, en sus «Observaciones geognósticas y mineras sobre la Sierra del Moncayo», en que atribuye al Devoniano la parte alta de dichas sierras, y el de Willkomm, que años después sitúa en el Siluriano la Sierra del Moncayo en su vertiente occidental; casi al mismo tiempo Verneuil habla por primera vez de la arenisca roja triásica de la cumbre que figura en su mapa.

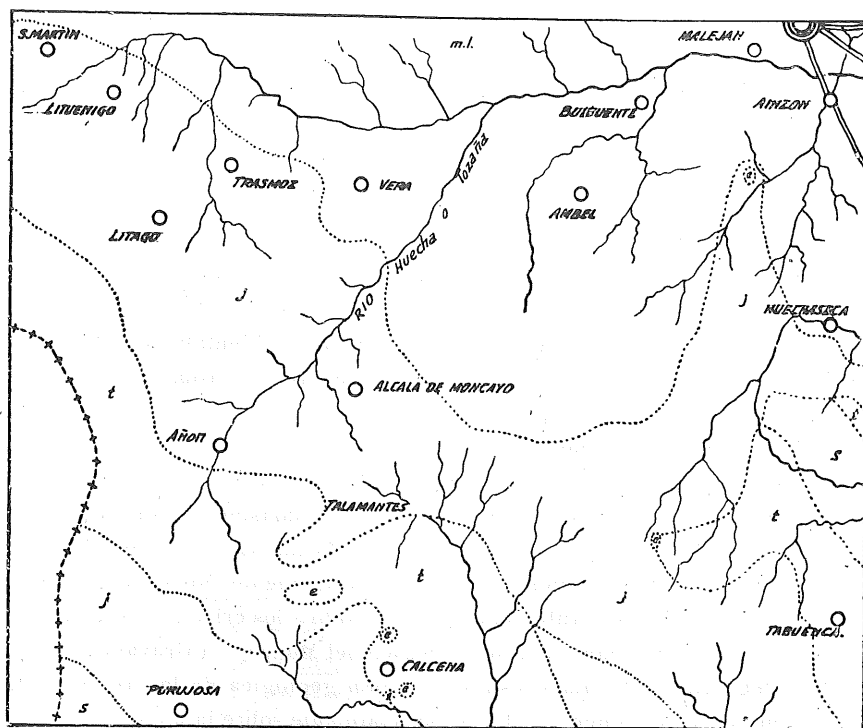
El año 1873, en las Memorias de la Comisión del Mapa, publica F. M. Donayre la primera «Descripción geológica de la provincia de Zaragoza», en la que manifiesta su opinión de que no existe glaciario cuaternario en la provincia. Doce años más tarde, al tratar de la formación wealdense en Soria, P. Palacios y R. S. Lozano se ocupan nuevamente del Moncayo, haciendo también referencia a un trabajo del primero sobre los cristales de pirita en las capas jurásicas, y dan un corte geológico del Moncayo a Grávalos.

En 1890, publica P. Palacios su descripción geológica de la provincia de Soria, que contiene numerosos datos, especialmente sobre la mole del Moncayo y Sierra del Tablado, que entran en parte dentro de la Hoja de Tabuenca. Dos años más tarde, y en las páginas del Boletín, publica su «Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza», que viene a rectificar y precisar con más detalle la descripción que se tenía de conjunto por el trabajo de Donayre. Se precisan y describen diversas rocas hipogénicas, de las que sólo afectan a esta Hoja las llamadas oftas y espilitas, que radican todas en el Triásico y cuyo estudio micrográfico fué, en parte, realizado por su compañero R. Sánchez Lozano. Sobre la génesis de estas rocas cree sea debida a acción metamórfica más que a eruptiva, constatando su estructura

estratiforme y su alternancia con materiales sedimentarios, formando masas lenticulares.

En la serie paleozoica describe los afloramientos considerados como *cambrianos*, que no entran en la presente Hoja; en cambio, del *Siluriano* describe el manchón de Tabuena, luego los asomos en la vertiente aragonesa del Moncayo; como *Devoniano* no constata afloramiento alguno dentro de la Hoja y menos del Carbonífero.

Referente al Triásico, luego de establecer su estratigrafía, describe los di-

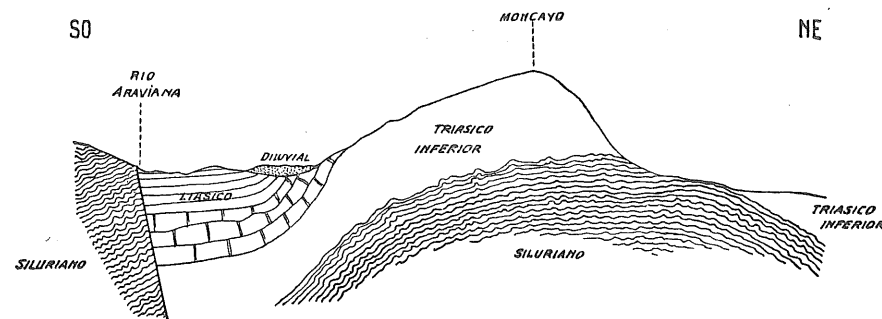


Esquema estratigráfico de Donayre, en 1873.

versos isleos reconocidos, como el pequeño asomo que hay entre Ainzón y Ambel, la faja del Moncayo, que globalmente, siguiendo a los geólogos antiguos, coloca en este período, la faja de Tabuena, el manchón de Huechaseca, dando numerosos detalles de su estructura. Con el mismo plan describe el terreno *liásico*, bien desarrollado en la Hoja de Tabuena, especialmente en la zona de Purujosa y Calceña, así como en Tabuena. Como terreno *jurásico*, des-

cribe una larga faja que se extiende desde San Martín a Añón, pasando por Litago y toda la zona meridional del Moncayo, hasta el paralelo de Vera.

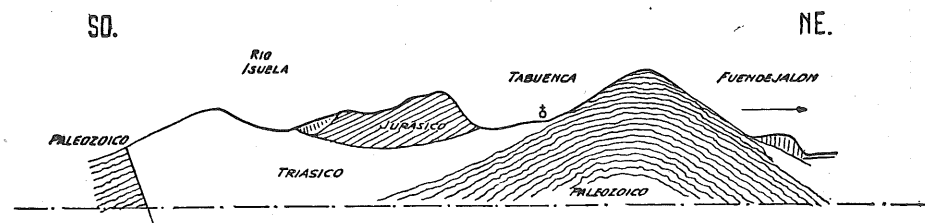
El período cretáceo, y del terciario el Eoceno y Oligoceno, no aparecen en la presente Hoja, y sí el Mioceno lacustre; se ocupa de esta formación de gran desarrollo hacia el Este de la Hoja, especialmente en Trasmoz, Vera y Borja.



Corte geológico transversal del Moncayo, según Pedro Palacios en 1890.

Del Cuaternario describe la gran faja que corre desde Vozmediano hasta Añón, en la vertiente aragonesa del Moncayo. Esta memoria es fundamental para el estudio geológico de la provincia de Zaragoza; del mapa que le acompaña damos un esquema comparativo con el de Donayre.

El bosquejo geológico que de la Hoja de Tabuena da en 1873 D. Felipe

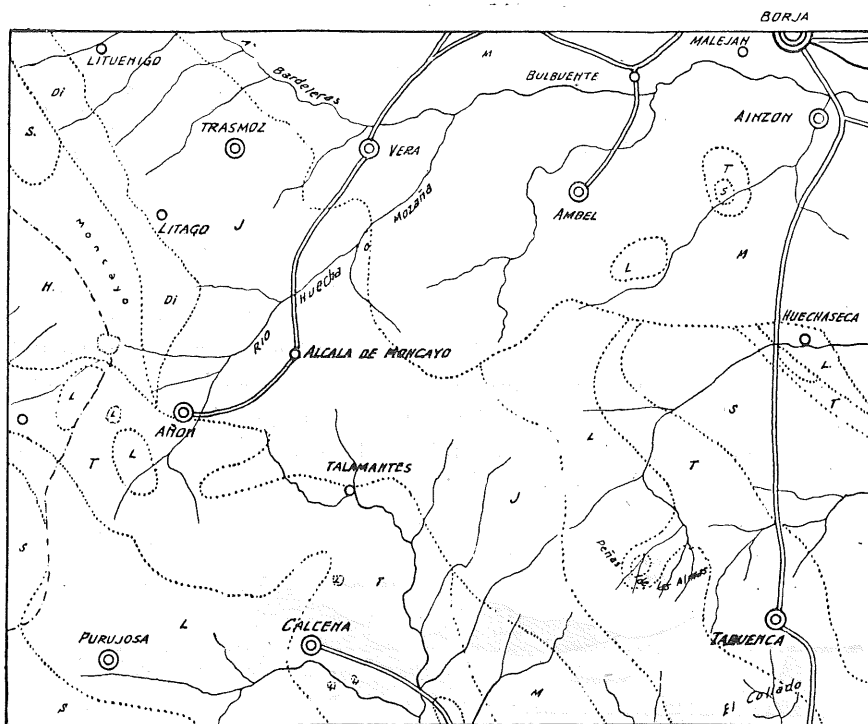


Corte geológico transversal de la cuenca del Isuela a la cuenca del Ebro, según Pedro Palacios en 1893.

Donayre, en su mapa de la provincia de Zaragoza, es esencialmente el actual, pero los deslindes de los terrenos son muy imprecisos. El Moncayo lo coloca todo él en el Triásico; al Oeste de Purujosa sitúa el manchón paleozoico de la Sierra de Tablado, que considera como Siluriano, así como el manchón del Norte de Tabuena. Al Triásico le da una amplia extensión en su parte al Sur

del Moncayo; la formación es indivisa, pero señala ya varios apuntamientos hipogénicos. El Jurásico, que no distribuye por lo menos en Liásico y Jurásico, su extensión es exagerada, por lo menos hacia el Sur de Tabuena y en Ainzón, en cuyo extremo pone el afloramiento hipogénico de Peña Negra. La parte correspondiente al Mioceno es bastante exacta, pues sólo se han hecho pequeñas variaciones de detalle.

Pedro Palacios fué encargado, años más tarde, de rectificar el mapa de Zaragoza. En muchas provincias existían sólo bosquejos incompletos o los tenían sin los detalles necesarios, y en este caso se encontraba el bosquejo de



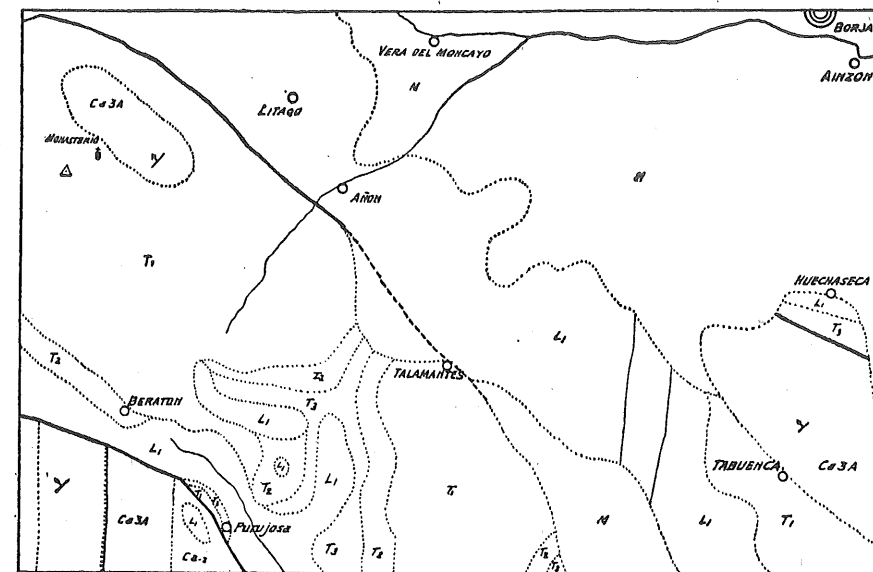
Esquema estratigráfico de P. Palacios, en 1923.

Donayre, en que aparecía sin deslindar el sistema cambriano del siluriano, los distintos tramos del Triásico, la formación liásica de la jurásica, el Cretáceo inferior del superior.

En 1891, se publicaba el trabajo de P. Palacios referente a la región meridional de la provincia de Zaragoza; el esquema adjunto reproduce la parte referente a la Hoja de Tabuena que constituye un verdadero avance con res-

pecto al de Donayre. Precisa más y determina los yacimientos paleozoicos como silurianos, cotocando en este período parte del macizo del Moncayo. El Triásico ofrece una extensión similar a la dada anteriormente, pero presenta algunos afloramientos más de espilitas, señalado ya el isleo de Ambel. En el período jurásico, distingue el Liásico en la zona de Purujosa, del que forman parte algunos manchones aislados al Este de Beratón y otra zona más extensa a Poniente de Tabuena; todas las estribaciones del Moncayo hasta el Sur de Tabuena las considera como jurásicas. El Mioceno ofrece pocas modificaciones y, finalmente, es de notar la figuración de una larga faja de Cuaternario a todo lo largo del Moncayo en su vertiente aragonesa.

En 1923, a raíz de las controversias suscitadas por su nota sobre la consti-



Composición esquemática de P. H. Sampilayo (1942).

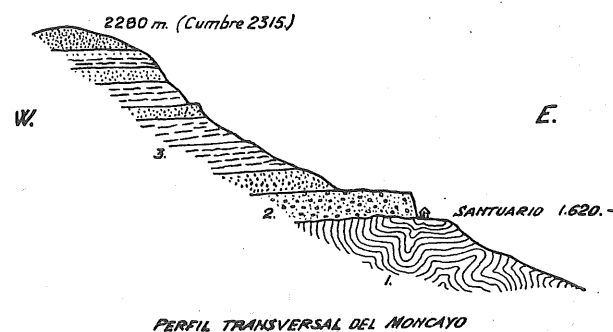
tución estratigráfica del Moncayo, publicó una rectificación de su esquema anterior, introduciendo el Carbonífero en la parte alta del Moncayo y disminuyendo parte del Triásico de la zona occidental.

Cuando todo parecía definitivo, se publican nuevos esbozos por autores españoles y extranjeros, que guiados solamente por la tectónica dan al traste con la estratigrafía de casi toda la región. En los notables trabajos de P. Hernández Sampilayo sobre los períodos Cambriano y Siluriano, que forman

parte de la explicación del nuevo mapa de España, a escala 1:1.000.000, se dan varios esquemas. En su memoria sobre el Cambriano da un esquema sobre la distribución de dicho período en Aragón, figurando como silurianos los manchones de la Sierra del Tablado y altos de Tabuenca, dando como mesozoica la zona del Moncayo. La gran escala del esquema no permite más detalles.

En la memoria sobre el Siluriano da otro esquema más amplio en el mapa de las «Montañas celtibéricas y de las sierras de Segovia y Guadalajara, Hespéricas y parte de Guadarrama», según los datos del Mapa Geológico de España, P. Palacios (1892), Lotze (1928) y G. Ritcher (1929).

En él cambia por completo el antiguo mapa, cuyas principales modificaciones son, según el adjunto esquema referente a la Hoja de Tabuenca: introduce el Cambriano inferior, medio y superior; coloca los tres niveles en la



Perfil transversal del Moncayo, según Gómez de Llarena en 1917.
1, Paleozoico.—2, Conglomerados triásicos.—3, Areniscas.

Sierra del Tablado con unos buzamientos al NO. contrarios a la realidad, suponiendo un contacto anormal entre el Cambriano inferior y el superior, limitando por falla el Cambriano con el Jurásico en la zona de Beratón a Pujosa. Otro manchón del Cambriano superior, que identifica con el de Ateca, lo sitúa por debajo de lo que llama Monasterio del Moncayo, y el tercer manchón lo coloca entre Tabuenca y Huechaseca, limitando por falla el Secundario que se presenta al Norte. Entre las formaciones del Triásico inferior y lo que llama cañiolas coloca una falla que entra por el NO. de la Hoja y entre Añón y Talamantes la considera como oculta y luego se pierde. Figura además numerosas fallas y contactos anormales; notamos que omite los yacimientos hipogénicos y da por triásica la mole del Moncayo.

El geógrafo A. Penck, en 1894, al ocuparse del límite teórico de las nieves

perpetuas durante el Cuaternario en España, se ocupa del Moncayo, asignándole una altura de 2.200 a 2.300 metros.

A principios de siglo, el P. Longinos Navás nos da una descripción modélica de la cueva que denomina de Maderuela, en Vera. Puig y Larraz no la menciona en su catálogo por desconocerla; describe el Bajociense en que está emplazada, y de ella damos en otra parte una sucinta descripción, tomada del padre Navás.

En 1903, y en el Boletín de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales, el entusiasta maestro nacional D. Melchor Vicente, nos da unas notas geológicas sobre el Moncayo, en que transcribe todos los datos conocidos en su tiempo sobre esta destacada sierra.

Vidal y Depéret, al ocuparse del Oligoceno en Cataluña, citan de esta región unas margas blanquecinas procedentes de Vera que contienen *Helix*, que consideran del tipo *H. Ramondi*, lo cual, dicen, autoriza suponer que existe el Aquitaniense en esta zona de Aragón, que impugna luego Royo Gómez en su tesis (1922).

El incansable P. Navás nos brinda una descripción del *Chirosaurus ibericus* sp. nov. procedente del Moncayo, del que luego nos ocupamos.

El profesor de la Universidad de Zaragoza, D. Pedro Ferrando Más, publica en 1906 un breve estudio de diversas rocas hipogénicas de la provincia de Zaragoza, algunas de las cuales proceden de la zona comprendida por esta Hoja, así como estudia luego unas cuarcitas descompuestas del Moncayo que se asemejan en su aspecto exterior a ciertas rocas eruptivas.

El geólogo alemán A. Wurm, en su tesis sobre el Triásico de Aragón, hace constar la falta de fósiles en las zonas próximas al Moncayo, señala la discordancia de los conglomerados, que atribuye al Triásico inferior, con el Siluriano. Referente al glaciario en el Moncayo, anota su posibilidad en la parte alta, siguiendo las deducciones de Penck.

El profesor de Zaragoza D. Pedro Ferrando Más, en un estudio de las rocas eruptivas de la provincia de Zaragoza, en la que describe un gabbro del barranco de la Morca, indica que las rocas sedimentarias de este paraje son las que constituyen la porción superior o cumbre de los picos más elevados del Moncayo, pizarras silíceas y micáceas, indudablemente silurianas, sobre las que descansan areniscas micáceas primero, cuarcitas blancas después y conglomerados cuarzosos en la parte superior, todo en estratificación concordante con las pizarras, lo cual le induce a pensar que puedan pertenecer al mismo sistema de éstas y no al Triásico, como indica en el mapa geológico. En una nota posterior rectifica la determinación del gabbro.

A raíz de la nota de Palacios sobre la constitución estratigráfica del Moncayo, publicada en 1917, en que parte del Triásico del Moncayo lo coloca en el

Carbonífero y que luego figura como tal en el mapa publicado en 1923, cuyo esquema hemos comentado, se suscitó una acalorada controversia en la que intervienen, entre otros, Gómez de Llarena, que considera dichas formaciones como triásicas, Palacios, que ratifica su nuevo punto de vista, y Ferrando Más, que considera las areniscas como distintas de las del Triásico, y las cuarcitas de la Morea como carboníferas y sin discordancias. Sobre el *Chirotherium* del P. Navás cree pueda ser paleozoico, sin que pueda asegurarse que no hubieran vivido especies de dicho género en alguna de las edades paleozoicas.

Royo Gómez, en su tesis, duda de la existencia del Aquitaniense en las estribaciones del Moncayo, que afirmaron Vidal y Depéret anteriormente. El Mioceno o el Terciario, dice, en la proximidad de los terrenos más antiguos (Cretáceo, Jurásico), presenta los estratos muy transformados, pudiéndose ver esto muy bien en el extremo NO. de la cuenca; indica también la falta de mamíferos. A lo referido podemos anotar que en Trasmoz las capas terciarias son perfectamente horizontales sobre un Jurásico levantado, y en la localidad próxima de Monteagudo se ha recogido hace años una fauna de mamíferos de edad miocena, inferior al Pontienense.

En 1931 publica el P. Longinos Navás una monografía del Moncayo, premiada por el Ayuntamiento de Tarazona, en la que estudia su aspecto panorámico, geológico, hidrológico, su fauna y flora, interés turístico e industrial.

Figura y transcribe la descripción de su *Chirotherium ibericum*, adoptando este nombre en vez de *Chirosaurus ibericus*; da una figura de fósil vegetal procedente de la parte superior a las neveras de San Miguel, encontrado por el padre Barnola. y le asigna, con duda, edad carbonífera.

Diversos geólogos alemanes han estudiado la tectónica de diversos segmentos de la cordillera Celtibérica, cuyos resultados figuran en el esquema dado por Sampelayo, en que se cambia sensiblemente la estratigrafía clásica, como anota C. Sáenz.

En 1936, el profesor San Miguel de la Cámara, en su estudio sobre las rocas eruptivas de España, se ocupa nuevamente de las ofitas y espilitas que se han descrito de la región, que considera con García Sainz en su nota sobre los rasgos morfológicos del Ebro medio; se ocupa de los diversos ciclos de erosión que han experimentado las vertientes del Moncayo oriental y occidental, indicando que en el Pontienense esta última zona vertía sus aguas al Araviana, habiéndose realizado la captura por el Ebro durante el Plioceno; figura además la captura del Isuela en la zona de Beratón; da un perfil longitudinal desde Moncayo a la Muela de Borja, en cuya estratigrafía figura el Wealdense.

Clemente Sáenz, en su nota sobre la estructura general de la cuenca del Ebro, asigna edad pontienense a las calizas de la inmediata Muela de Borja, que

limita esta Hoja, y con respecto al bloque del Moncayo señala la importante fractura, alineada de NO. a SE., que corre de Olvejo a Mosés, y la que hay al pie del mismo, de mucho menor recorrido. Da un esquema petrográfico-tectónico de la cuenca del Ebro, en colores.

En una nota sobre las bases para la revisión del mapa geológico de la provincia de Soria, tributa un bien merecido elogio al ingeniero Pedro Palacios, a quien se deben los estudios geológicos fundamentales de las provincias de Soria y Zaragoza; discute la serie estratigráfica clásica y cree no debe suprimirse el Siluriano y sustituirlo por el Cambriano, como hacen los alemanes, como puede verse en el esquema dado por Sampelayo; en cuanto a la serie del Moncayo cree que ha de darse un puesto para el sistema permiano, sin que pueda ser separado del Trías inferior, propugnando la creación de la unidad Permianer con una coloración propia; aboga por la incorporación del tramo superior del Trías al Lías inferior; insiste en que han de figurar en el mapa elementos tectónicos, especialmente las fallas, volviendo a citar las desnivelaciones del Moncayo.

García Sainz, que se ha ocupado repetidas veces de la geomorfología de la cuenca media del Ebro, en su Memoria de la apertura del curso académico de 1947, en la Universidad de Valencia, vuelve a tratar nuevamente de las glaciaciones del sistema Ibérico en la zona del Moncayo a base de sus investigaciones en 1939, dando unos perfiles, datos, de los tres glaciares reconocidos, teorizando sobre las condiciones geográficas y meteorológicas que han intervenido en su génesis.

III

GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

Situación geográfica

La villa de Tabuenca (fots. 1 y 2), que da nombre a esta Hoja, se halla situada entre los 2°08'38" de longitud al Este del meridiano de Madrid y los 41°41'4" de latitud Norte. Casi la totalidad de la Hoja está comprendida en la provincia de Zaragoza, excepto una pequeña parte al extremo O. de la misma, que corresponde a la provincia de Soria.

Altas sierras del Sistema Ibérico a poniente, y extensas llanuras en su zona levantina, bien cultivadas éstas y con algunos pastizales las otras; tierras ligeras en la parte llana y grandes pedregales en las partes montañosas, bastante desprovistas de vegetación, tienen gran densidad de población en la parte llana y míseros poblados en la zona montañosa, hasta hace poco tiempo incomunicada, en los que la emigración es continua por la falta de los elementos más precisos.

TABUENCA (E-4).—Población de unos 1.230 habitantes. A unos 778 m. de altitud; está emplazada ya en tierra alta y montañosa, con reducida zona hortícola, pero sus numerosos viñedos la hacen un centro vinícola de fama por la excelencia de sus caldos; la ganadería es bastante abundante, dada la extensión montañosa de su término.

Tiene tres fuentes junto al pueblo para el abastecimiento público. Confina por el N. con el término de Fuendejalón y Ainzón; por el E. con los términos de Epila y Rueda; por el S. con los de Trasobares y Tierga, y por el O. con los de Taramantes y Ambel.

BORJA (E-1).—Es un centro comarcal importante, con unos 5.130 habitantes. Situado al NO. de la provincia, a 467 m. de altura. Limita por el N. con Tudela (Navarra); por el E. con el río Ebro y el partido de La Almunia; por el S. con el término de Ateca, y por el O. con el de Tarazona. Dentro del término está enclavada la Sierra de la Muela, con el Santuario de Ntra. Sra. de la Misericordia. Existen canteras de yeso, caliza y alabastro. Crecen varias plantas medicinales. Por el término corre el río Ebro y el río Huecha, que desciende del Moncayo y desagua en el Ebro. Sus aguas, canalizadas, son utilizadas íntegramente para el riego de las tierras de su término, lo que concede a la región gran importancia agrícola. El río Luchán, que nace en la fuente del mismo nombre en la Torre Alta, que llaman de la Cabra, y el río Marbadón, que nace en la Balseta y se une al Huecha; el río Isuela, que nace próximo al molino harinero de Purujosa; el río Sorbán, que proviene del término de Borja y abastece de agua a esta ciudad. Hay varias fuentes, y entre ellas las mejores son las llamadas Moncín y Arbalitas. El Canal Imperial atraviesa el término. Produce abundantes cereales, aceite y vino.

AINZÓN (E-1).—Población de más de 1.900 habitantes. Está situada en una pequeña altura junto al río Luchán, que corre por el interior de algunas de sus casas, y muy próximo al río Bargas. Confina por el N. con el término de Borja; por el E. con los términos de Bureta y Albeta; por el S. con los de Fuen-dejalón y Bureta, y por el O. con los términos de Maleján y Borja. Su altitud es de 420 metros.

Tiene, igualmente, extensas zonas de cultivo, tanto hortícola, en la parte baja, como de cereales, frutales, viñedos y olivos en su zona montañosa. Existen dentro de su población algunas industrias de tejidos; posee un servicio público de aguas. De esta localidad parte la carretera que por Tabuenca va a Tierga. A pocos kilómetros de Ainzón se encuentra el caserío desaparecido de Huechaseca, hoy en reconstrucción, cuyas amplias lomas han sido nuevamente repobladas por su actual propietario.

ALCALÁ DE MONCAYO (C-2).—Llamada antiguamente Cesarón. Con unos 400 habitantes. Está situado a 786 m. de altura, sobre un cerro bastante elevado al SE. del Moncayo. Por debajo del pueblo pasa el río Huecha, con poca agua generalmente. Confina por el N. con Bulbiente; por el E. con el término de Ambel; por el S. con el término de Añón, y por el O. con el término de Litago. Produce cereales.

AMBEL (D-2).—Situado en un llano, a 584 m. de altura, tiene una población de 900 habitantes. Confina por el N. con los términos de Bulbiente y Alcalá

de Moncayo; por el E. con el término de Borja; por el S. con el término de Tabuenca, y por el O. con los términos de Talamantes y Añón. Por el término corre el arroyo Morana. Produce cereales y vino.

AÑÓN (C-2).—Está situado en la margen izquierda del río Huecha, en lo alto de un cerro a 836 m. de altura. Tiene un antiguo y fuerte castillo; también existen las ruinas de una antigua fábrica de hierro. Confina por el Norte con el término de Litago; al E. con el término de Alcalá de Moncayo; al Sur con el término de Talamantes, y al O. con el término de Beratón. El río Huecha nace de varios manantiales en su término. Produce cereales.

LITAGO (B-1).—Situado en la falda septentrional del Moncayo, a la izquierda del río Huecha, a 781 m. de altitud, con unos 550 habitantes. Confina por el N. con los términos de Lituénigo y Trasmoz; por el E. con los términos de Vera y Alcalá del Moncayo; por el S. con el término de Añón, y por el Oeste con el de Vozmediano (Soria). Produce cereales y legumbres.

MALEJÁN (E-1).—Está situado en terreno llano, en la ribera izquierda del río Huecha, a 472 m. de altura y con unos 500 habitantes. Por el S. del pueblo corren los arroyos Sorbán y Janueva, que proceden del término de Borja y también el arroyo Manegue. El término pertenece al partido de Borja. Produce cereales.

PURUJOSA (B-4).—Está situado en la margen del río Isuela, a 978 m. de altitud. Hay una fuente muy abundante para el consumo público. Confina por el Norte con el término de Talamantes; por el E. con el de Calceña; por el S. con el de Pomar, y por el O. con el de Beratón. El terreno es muy montañoso en las estribaciones del Moncayo. La caudalosa fuente, antes mencionada, da origen al río Isuela, que se oculta en su curso volviendo a salir formando la fuente llamada de Calceña. Produce cereales.

Purujosa constituye el poblado más mísero de la Hoja, con falta de los elementos más precisos; está emplazada en lo alto de un risco, con precipicios en todas direcciones, en zona tan ingrata como la de las calizas liásicas compactas, hasta darse el caso de tener que subir tierras del cauce del río para enterrar a los muertos.

TALAMANTES (C-3).—Está situado en un profundo barranco que forman los montes llamados la Tonda y Peña Herrera, a 924 m. de altitud. Cuenta con unos 500 habitantes. Hay algunas fuentes. Confina por el N. con Ambel y Añón; por el E. con los términos de Tabuenca y Trasobares; por el S. con el término de Calceña, y por el O. con el de Añón. Produce cereales.

TRASMÓZ (B-1).—Está situado en la falda de una colina, a 765 m. de altitud. Tiene 320 habitantes. Confina por el N. con el término de Samangos; por el Este con el de Vera; por el S. con el de Litago, y por el O. con el de Lituénigo. En el término está el monte Lamata, al pie del Moncayo. Terreno de buena calidad, bañado por el río Martín. Produce abundantes cereales.

VERA DE MONCAYO (C-1).—Está situado sobre una pequeña altura en la parte oriental del Moncayo, a la izquierda del río Huecha, a 631 m. Tiene unos 1.000 habitantes. Confina por el N. con el término de Grisel; por el E. con el de Bulbiente; por el S. con el de Alcalá de Moncayo, y por el O. con el término de Trasmoz. Su término comprende el monte llamado Maderuela. Hay canteras de yeso. Fertiliza el término el río Morena. Produce cereales.

BERATÓN (Soria) (A-3).—Situado a 1.395 m. de altura, cuenta con unos 375 habitantes. Confina al N. con el término de Purujosa y Moncayo; al Sur con el término de Borovia, y al O. con los de La Cueva y Campos de Araviana. En el término hay varias fuentes de buenas aguas.

Población situada sobre el Triásico, es la más alta de todas las de la Hoja. Su tierra es pobre y tiene escasos cultivos de cereales; sus condiciones climáticas son crudas, hasta no poder salir de casa por quedar cubierta por las nieves, y es azotada por vientos huracanados de Poniente. La ganadería es la principal ocupación de sus habitantes.

* * *

Los pueblos situados en la vertiente aragonesa del Moncayo, como Alcalá, Añón, Litago, Vera, Ambel y Talamantes, presentan mejores condiciones geográficas y agrológicas, con aguas más abundantes, cultivos variados, pastos, montes repoblados, etcétera.

Las condiciones agrológicas de las zonas de cultivo no han sido objeto de investigaciones. Los materiales triásicos de las tierras arcillosas destinadas a cultivos pratenses en las estribaciones del Moncayo, están constituidos mineralógicamente por sílice, 38,24 %; arcilla, 46,14 %; carbonato cálcico, 11,19 %.

Las formaciones liásicas han dado en su análisis: sílice, 31,68 %; arcilla, 21,82 %, y carbonato cálcico 36,23 %; mientras que los depósitos jurásicos en zona inmediata a la Hoja contienen: sílice, 7,2; arcilla, 20,6, y carbonato de cal, 68,5, que contrasta mucho con las formaciones de la presente Hoja, en que predominan los elementos areniscosos y silíceos.

Hoy, las comunicaciones por carreteras y caminos vecinales no escasean,

habiendo enlace con carreteras generales. Los pueblos más incomunicados son Talamantes y Añón, llegando ya a este último la carretera que ha de enlazar con Torrelapaja, de trazado muy dificultoso, pues ha de atravesar la parte meridional del Moncayo.

El total de habitantes de derecho de la Hoja, según el censo últimamente publicado por la Dirección General de Estadística el 31 de diciembre del año 1940, es de 14.309 habitantes.

Vías de comunicación

FERROCARRILES.—Dentro de la superficie de la Hoja no hay ningún ferrocarril.

CARRETERAS.—Las principales son: la carretera de Ainzón a Illueca, que comunica entre sí a los pueblos de Tabuena, Ainzón y Borja.

La carretera de Bulbiente a Talamantes, que comunica entre sí a los pueblos de Talamantes, Ambel y Bulbiente.

La carretera de Torrelapaja a Tudela, que pone en comunicación a los pueblos de Añón, Alcalá de Moncayo y Vera de Moncayo.

La carretera de Gallur a Águeda, que comunica a los pueblos de Vera de Moncayo, Bulbiente, Maleján y Borja.

Camino vecinal de Ciria a Beratón.

IV

ESTRATIGRAFÍA

La composición estratigráfica de la Hoja de Tabuenca es variada, teniendo representación el Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico y el Cuaternario, siendo su distribución bastante desigual. Dividida la Hoja diagonalmente de NO. a SE., predomina el Paleozoico y Secundario en la parte SO., y el Secundario y Terciario en la NE. La alineación general de estas formaciones es según la diagonal indicada y presentan la misma dirección muchos de los accidentes figurados.

Las formaciones paleozoicas pertenecen al Siluriano y Carbonífero, siguiendo la opinión de P. Palacios, y constituyen los relieves más destacados de la Hoja.

El Secundario viene representado por el Triásico con todos sus niveles, y el que tiene más desarrollo el Buntsandstein; se le superponen las formaciones liásicas y jurásicas, pero muy incompletas, habiéndose podido datar con elementos fosilíferos el Liásico medio y superior; del Jurásico sólo el Oolítico inferior, faltando el Oolítico medio y superior, que caso de existir en la región están recubiertos por el Terciario.

Del Terciario, que ocupa gran parte del ángulo NE. de la Hoja, tiene representación sólo el Mioceno superior; ofrece carácter continental o lacustre y forma parte del Terciario de la cuenca del Ebro.

El Cuaternario tiene buena representación, tanto en la parte alta de la vertiente aragonesa del Moncayo como en las llanadas que se encuentran próximas al nivel del Ebro. Las cumbres del Moncayo estuvieron recubiertas por los glaciares cuaternarios.

A continuación damos las particularidades de la serie estratigráfica.

Los elementos efusivos presentan numerosos apuntamientos, aunque su

extensión superficial sea muy reducida; ofrecen algunos de ellos la particularidad de estar interestratificados, formando verdaderos lacolitos que vienen situados siempre en el Triásico superior.

Siluriano inferior

(Fots. 13 y 3, 24-25)

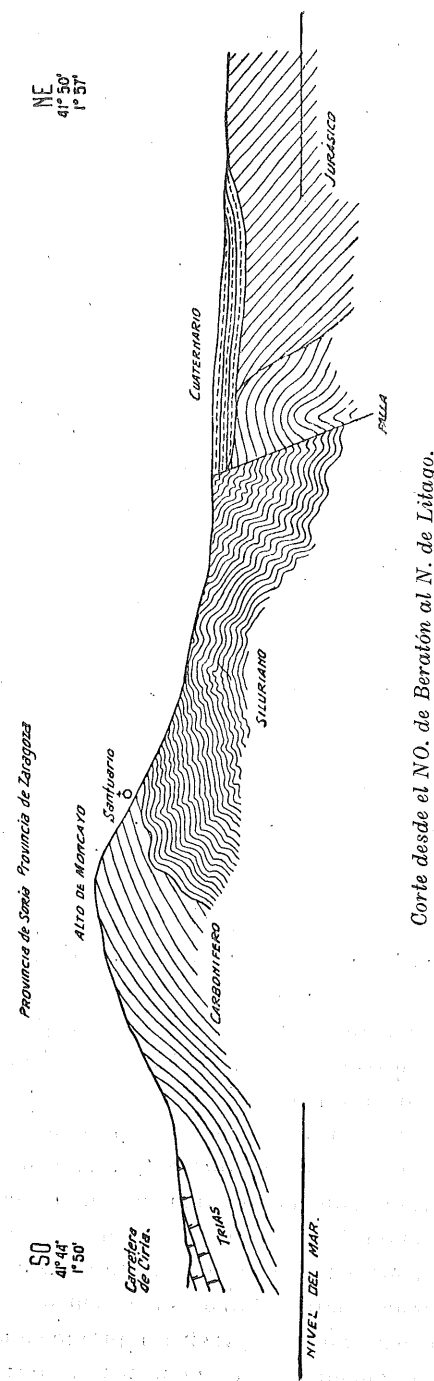
Pertenecen a esta formación tres isleos bien destacados que, orográficamente, sobrepasan dos de ellos los 1.000 m. de altura sobre el nivel del mar, que constituyen, el más septentrional, la base del Moncayo, y los dos meridionales uno a Poniente, que forma el extremo de la Sierra del Tablado, y el otro a Levante en la zona de Tabuenca. Los tres tienen una extensión superficial aproximadamente igual, no sobrepasando el mayor los 20 Km. cuadrados, dentro de la Hoja. Se disponen en una franja casi siempre continua, con una orientación general de NO. a SE.

Petrográficamente consta de areniscas de grano fino, más o menos micáceas, de poco espesor, que pasan a cuarcitas, con estructura hojosa y con diversos colores. Las pizarras presentan bastante variedad, encontrándose pizarras arcillosas, silíceas, calíferas, micáceas, sobrecargadas a veces de hierro, que le dan entonaciones rojizas u oscuras.

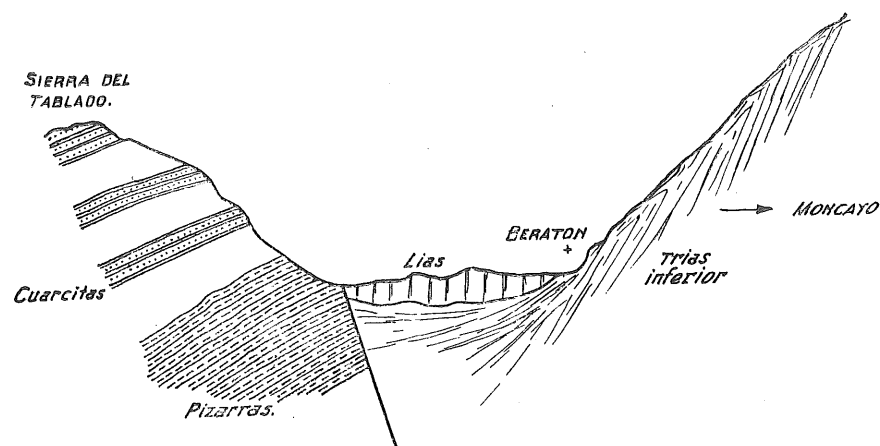
Las cuarcitas no forman bancos de mucho espesor, pero son muy frecuentes las de textura compacta semicristalina, color gris o claro más ferruginoso y otras cloríticas.

Paleontológicamente, a pesar de las minuciosas búsquedas, no hemos podido encontrar dentro de la Hoja resto alguno orgánico que pueda constatar su verdadera edad, y hemos de referir estas formaciones al Siluriano inferior, como lo estableció P. Palacios, pues los *Scolythus* y los *Fraena* dicen poca cosa y son los únicos que se han encontrado en la presente Hoja.

Macizo del Tablado.—Se encuentra en la parte SO. de la Hoja; forma uno de los relieves más destacados, pues llega a una altura próxima a los 1.800 m. sobre el mar; sus laderas, tanto del río Manubles por el Sur, como del Araviana por el Norte, son recubiertas por las areniscas rojas; la parte más oriental de este macizo se presenta sumamente accidentada, especialmente en las inmediaciones del cauce del río Isuela, en donde se emplaza una falla general que viene del valle del Araviana con manifestos contactos apor-



males y hasta pequeñas cobijaduras en lo alto del camino de Purujosa a Borobia. Está formado este macizo por cuarcitas micáceas, psamitas y pizarras arcillosas de color grisverdoso; las primeras se desarrollan preferentemente en la parte superior, formando grandes crestones frente a Beratón, mientras



Disposición del Siluriano inferior del Tablado y del Secundario en el valle de Beratón.

que las pizarras predominan en la parte baja del macizo. La dirección general es sensiblemente de ONO.-ESE., siendo el buzamiento predominante hacia el Sudoeste.

Macizo de Tabuena.—Este isleo se encuentra al Norte de Tabuena y a Poniente de Huechaseca; forma una faja casi continua de contorno bastante irregular; en la zona Sur, por el lado de Tabuena, está recubierta esta formación por el Triásico inferior y en su parte alta por un isleo mioceno; la masa que destaca entre El Bollón, La Torre y El Belloncillo (E-3), tiene un contorno muy variado, limitada casi continuamente por las areniscas rojas, pero en su parte Norte vienen a descansar sobre la misma los conglomerados miocenos. Las pizarras arcillosas silíceas grises acompañan a las cuarcitas de tonalidades variadas, que predominan en esta formación; en las pizarras que afloran en el camino de Tabuena a Ambel, es de notar la presencia de numerosos nódulos de hierro de varios tamaños, hasta el de una nuez, que recuerdan formaciones similares de fosforita dentro del Carbonífero. En las cuarcitas se puede observar la progresiva impregnación de hierro, que en los materiales recién fragmentados presentan curiosas formas imitativas. Pene-

trando en esta formación por el boquete que sigue el camino de Fuendejalón, en Tabuena, las pizarras están recubiertas por el canturreal mioceno; cruzado el barranco se ponen verticales, destacando los crestones de cuarcitas que las acompañan y que llegan a sobrepasar los 10 m. de espesor; el buzamiento general es hacia ENE.; al acercarse al poblado va disminuyendo el buzamiento, hasta llegar casi a la horizontal y cambiar de rumbo poco antes de ser recubiertas por las areniscas rojas.

La anchura de esta faja dentro de la presente Hoja no pasa de los tres kilómetros, y su longitud de unos seis, desarrollándose en dirección a Riela.

Manchón del Moncayo.—Constituye el manchón más importante dentro de la Hoja, su anchura oscila en unos tres kilómetros y tiene una longitud de unos ocho kilómetros y su espesor pasa de 600 m. Su orientación general es igualmente de NO.-SE.; viene recubierto al Sur por las areniscas rojas que circundan el macizo por el mediodía, en su parte occidental por el Carbonífero, y a Levante, en toda su base, por el Cuaternario, y más al Sur por el Secundario de Añón. A diferencia de los dos manchones anteriores aquí predominan los elementos pizarrosos y escasean las cuarcitas; tampoco se han podido encontrar elementos paleontológicos que pudieran precisar su verdadera edad; aflora sólo en la vertiente aragonesa.

Subiendo al Santuario del Moncayo (A-2), los primeros niveles pizarrosos se encuentran en las cercanías de la Casa de los Forestales, a más de mil metros de altura, luego de atravesarse el manchón cuaternario; siguiendo la carretera forestal que arranca frente a Veruela no se llega a las pizarras, sino hasta el pie de la central del Morca; de aquí el camino que va a la central de Morana se desarrolla todo él en el borde de las pizarras, continuándose éstas en las estribaciones orientales de los montículos que hay en dirección a Talamantes, quedando muy luego recubiertas por las areniscas rojas.

Hacia media ladera del Moncayo, hay pizarras de color grisverdoso, alternantes, con filadios micáceos amarillentos, dominando en la parte alta y al nivel del Santuario las pizarras silíceas y micáferas, acompañadas de cuarcitas blancas, muy trastornadas, como puede observarse junto al Santuario, no presentando apenas buzamientos tanto hacia el Morroncillo, en que se encuentran diversos crestones cuarcitosos alternantes con materiales pizarrosos grises con pistas, como hacia el crestón de Peña Nariz, en dirección opuesta. De estos parajes proceden las variedades de *Fraena Roualli* Levesq, citados por Palacios en el camino de la fuente de San Gaudioso y en el Prado de Sta. Lucía, mucho más bajo, en que las pizarras arcillosas micáferas presentan huellas de *Scolithus*; hacia la Mata de Trasmoz se continúan estas pizarras, que son atravesadas por un filón cuarzosos con oligisto, en que se han

practicado algunas labores, e igualmente hacia el frondoso hayedo de Agramonte, en que las pizarras presentan pequeños crestones de oligisto. El contacto de esta formación con el Secundario en la parte baja de la vertiente aragonesa no puede observarse por estar recubierta por un gran espesor de Cuaternario. Las dislocaciones son frecuentes, como puede verse en la parte baja de Peñas Meleras, en la Mata de Trasmoz y en el camino del Sanatorio a Vozmediano.

El Siluriano que corta el barranco de Huechaseca en su parte alta, está integrado principalmente por cuarcitas orientadas de E.-O., con buzamiento hacia el S., limitadas al E. por las areniscas rojas y al N. por los conglomerados miocenos. El antiguo pantano de Huechaseca venía emplazado en estas cuarcitas, que se presentan en crestones, como en la carretera de Tabuenca.

Carbonífero

(Fots. 22, 23)

La discordancia existente entre los elementos pizarrosos del Siluriano y las areniscas superiores, bien manifiesta en el mismo paraje donde se emplaza el Santuario, y el hecho de que las pizarras estén muy trastornadas y dislocadas en los parajes superiores del Moncayo, como vertientes del cerro de San Miguel, barranco de la Morca, Prado de Santa Lucía, la Mata de Trasmoz, etcétera, ha suscitado la cuestión de la edad de los estratos superiores del Moncayo: un material inferior relativamente plegado y un material superior bastante horizontal y cuyo espesor no baja de 600 metros.

La descripción de este material superior fué dada por P. Palacios en su Memoria sobre Soria, que repite luego en su trabajo sobre Zaragoza, considerando como material triásico, pero en trabajos posteriores, además de establecer una base siluriana en la parte inferior del Moncayo, la parte superior, por analogía con las formaciones de otras zonas, especialmente de Navarra, la considera como carbonífera.

Como si dudara de la atribución al Triásico inferior del tramo inferior de esta serie carbonífera, dice que sus rocas ofrecen caracteres algo diferentes de los que les son habituales, revelan los efectos de metamorfosis más o menos intensas, debidas a diversas causas, entre las que no han debido ser menos eficaces las presiones desarrolladas durante el levantamiento de la cordillera.

Las pudingas de la base, inmediatas a la discordancia, están formadas por

guijarros de cuarzo blanco y de cuarcita gris, como almendrones, con un cemento silíceo de color pardo oscuro. Estas pudingas forman las peñas del Cucharón, que se apoyan sobre pizarras y cuarcitas muy dislocadas y forman un gran bloque paralelepípedo de más de 30 m. de altura, 150 de longitud y la planicie superior de unos 50 m. de fondo.

Otro bloque de pudingas, también paralelepípedo, es el de las Peñas Meleras, con la misma disposición estratigráfica y situado a unos 200 m. debajo del Santuario. La erosión ha desmantelado gran parte de este tramo, del que se encuentran muchos retazos en los derrubios de estas abruptas pendientes.

A estas pudingas siguen, por encima, una serie de areniscas con predominio de las de grano fino, y con cemento silíceo, pasando a cuarcitas, así como existen otros tipos micáceos y hojósos con estructura pizarrosa, fisiles, pudiendo obtenerse grandes y delgadas lajas; la presencia del hierro en estos materiales destaca al descomponerse por la presencia de grandes aureolas rojizas concéntricas, que destacan sobre el fondo blanco de la arenisca, y que no se observa casi nunca en los materiales triásicos. Los tramos superiores son de areniscas más arcillosas, de coloraciones rojizas, presentando hiladas de arcilla roja, y ambas pueden tener estructura pizarrosa; tanto los elementos pizarrosos como los areniscosos vienen frecuentemente atravesados por venas cuarzosas.

En el camino que del Santuario se dirige a la Cueva de Agreda y que atraviesa la parte superior del hayedo de Agramonte hay, apoyados sobre los conglomerados, grandes bancos de areniscas de color claro con cemento silíceo que destacan en escarpados riscos y que se encuentran a todo lo largo de la pendiente que de la cumbre del Moncayo baja hasta el collado, límite con Soria.

Luego del gran zigzaguo del camino que asciende al Moncayo desde el Santuario, en lo alto ya de la loma, los elementos pizarrosos rojizos pasan a areniscosos grisáceos, volviendo a predominar las pizarras purpúreas lustrosas hacia el Alto del Moncayo (2.222 m.), y por el que pasa la divisoria de Aragón y Castilla.

La larga pendiente que desde este paraje sigue hacia el valle de la Morca y Morroncillo, con más de 400 m. de pedregal, está formada por numerosos bancos y bloques de arenisca; en el canturral caótico de la fuente y ermita de San Gaudioso hay un gran predominio de areniscas blanquecinas; más al Sur de San Gaudioso se observan grandes bloques del conglomerado basal, poco cuarzoso y con elementos bastante gruesos y poco rodados.

La edad de estas formaciones ha de colocarse en el Permo-triás, según C. Sáenz; en el Siluriano, según Ferrando Mas, y en el Carbonífero, según Palacios. No hemos hallado material paleontológico alguno, pero el P. Barroja

encontró una planta fósil más arriba de la Nevera de San Miguel, que consiste en una impresión borrosa de un tallo de *Calamites* o *Equisetites*.

Triásico

(Fots. 3, 7, 18)

Constituye esta formación la de más extensión superficial en la Hoja de Tabuenca, y que ha suscitado las más encontradas controversias, como se ha visto en la reseña histórica.

Se desarrolla en la parte S. y O. de la Hoja en grandes manchas que descansan sobre el Paleozoico, tanto en Tabuenca como en Beratón y poniente del Moncayo, con manifiesta discordancia con el mismo; es recubierto por discontinuos manchones de Jurásico. Toda la formación tiene una alineación general de SE. a NO., constituyendo diversas fajas más largas que anchas, llegando a tener dentro de la Hoja hasta 15 Km. de longitud.

La formación es de tipo netamente germánico, pero ninguno de sus tramos ha podido ser caracterizado paleontológicamente, a pesar del desarrollo enorme de alguno de sus niveles.

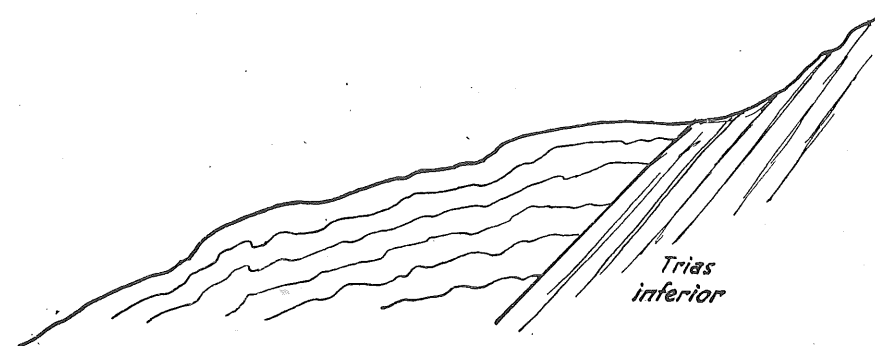
En su aspecto petrográfico, consta de pudingas y areniscas en el tramo inferior, calizas en el tramo medio y margas con yesos y meláfidos en el nivel superior.

El Buntsandstein presenta en su parte más inferior pudingas cuarzosas de elementos más o menos redondeados, de tamaño variable y cemento silíceo; los bancos ofrecen gran espesor. Sobre estos materiales, que se observan principalmente en el contacto con el Paleozoico, se disponen tramos de areniscas y verdaderas cuarcitas, sumamente duras, que destacan en el relieve; las areniscas presentan muchas variedades, ya por ser más o menos arcillosas, ya por sus coloraciones, blanca, amarillenta, roja, con manchas verdosas y violadas, con numerosas pajuelas de mica blanca; con estructura muchas veces pizarrosa y con tramos arcillosos rojos intercalados; están sumamente difundidos, en estas rocas, elementos cuarzosos intercalados y el oligisto micáceo, ya en masas ya formando delgadas costras en las grietas de las psammitas, pudiendo observarse las grandes presiones a que han estado sometidos estos materiales. En las areniscas de grano muy fino se observan a veces los ripplemarks, como en el camino de Calcena a Talamantes, en el mismo collado que baja a la fuente de la Peñuela.

El Muschelkalk es más limitado en extensión y está formado por calizas azoicas en bancos de poco espesor, de color gris o amarillentas, negruzcas, a veces muy compactas; las calizas vienen a reemplazarse por las dolomías de textura granuda o sacaroidea, que a veces se presenta en grandes bancos, como a poniente de Beratón y en los crestones de Huechaseca.

El tramo superior, o Keupér, consta de margas abigarradas con hiladas arcillosas; los yesos acompañan a las margas y no son muy frecuentes en esta Hoja; se presentan en lentejones o masas, como en las inmediaciones de la Peña Negra, con textura lamelar, fibrosa o sacaroidea y color blanco o rojizo. Los aragonitos, que son tan frecuentes en el Keuper de Castilla, no se han encontrado en esta zona, como tampoco los cristales de cuarzo; en cambio no faltan las rocas efusivas, con numerosos afloramientos en todos los manchones.

Iseo del río Manubles.—Se halla situado en el extremo SO. de la Hoja, tiene una extensión de unos 10 Km.², descansa sobre el Paleozoico de la Sierra



Cabalgamiento del Siluriano inferior sobre el Trias inferior en el camino de Purujosa a Borobia, cerca del collado.

del Tablado buzando al SO. Forma una franja sensiblemente paralela al mismo y consta del Trias inferior con areniscas y Trias medio con calizas y dolomías; los crestones inmediatos al collado por donde pasa el camino de Purujosa a Borobia son de arenisca silíceo dura, que destaca en el relieve.

Manchón de Beratón, Purujosa y Talamantes.—Es el de mayor extensión superficial de la presente Hoja, llegando a tener más de 60 Km.² Por el O. se dispone en amplio sinclinal fallado, apoyándose por el Sur en el

Paleozoico de la Sierra del Tablado, y por el Norte sobre los depósitos paleozoicos de la mole del Moncayo.

La extensión de los diversos niveles es muy variada; en la zona de Beratón la parte inmediata a la Sierra del Tablado forma una estrecha faja recubierta por el Liásico y que se continúa en la Hoja inmediata de Illueca hasta enlazar con el manchón anterior.

El flanco que se apoya sobre el Paleozoico del Moncayo presenta el nivel inferior muy desarrollado; tiene desde la cuenca del río Araviana hasta los Castillos de Herrera más de 10 Km. de longitud; predominan en la base los conglomerados rojos, y en la parte superior areniscas blancas deleznales; descansa encima un nivel dolomítico del Triásico medio, que ofrece gran desarrollo a Poniente de Beratón y que corta la carretera en los Km. 29 y 30; estas dolomías son negras, veteadas, pasando a caliza dolomítica brechoide; se disponen sobre el Trías rojo, hojoso y lustroso que a veces queda recubierto por derrubios del mismo Trías. El Triásico superior forma una estrecha faja, encontrándose en el camino de Borobia; en las proximidades del Liásico y a unos 500 m. al O. de Beratón hay un afloramiento de meláfidos. En el nivel dolomítico de esta zona son frecuentes las dolinas. Este Triásico soporta una faja de Lías en un estrecho sinclinal.

Bajando a Purujosa desde Beratón, sigue el camino antiguo sobre las areniscas rojas lustrosas hasta el fondo del valle que surca el río Isuela, encontrándose en la carretera unas calizas de tipo brechoide y luego unos potentes bancos calizos compactos, negros y veteados, a poco de pasar la fuente arreglada por el servicio forestal, en 1952. Las margas que se encuentran a continuación corresponden ya al Keuper y presentan una erupción de meláfido de poca extensión, que se repite a unos 200 metros. Las calizas intermedias, que se levantan verticales y destacan más al Sur, en un pequeño montículo aislado, van acompañadas de ágatas; continúan en esta disposición hasta cerca de Purujosa y hemos encontrado cerca del puente inmediato al nacedero, restos de fucoides que permiten atribuir estas calizas verticales al Muschelkalk; junto a Purujosa se observan aún los niveles rojos del Buntsandstein.

Siguiendo la carretera hacia Calcena, cerca del Km. 10, entre los elementos brechosos hay una pequeña intercalación arcillosa azulamarillenta, predominando las calizas negras brechosas con numerosos espejos de falla en las inmediaciones del río, mientras que en la ladera opuesta los bancos dolomíticos se mantienen sensiblemente horizontales, denotando que a lo largo del valle del Isuela se continúan las dislocaciones observadas en la parte alta del río. Estos elementos se siguen hacia Calcena, fuera ya de la Hoja, sobreponiéndose una estrecha faja de margas del nivel superior del Trías, que en las inmediaciones de Calcena van acompañadas de erupciones de meláfidos.

A este manchón, a Levante de Beratón, se le superponen unas moles calcáreas liásicas; de Beratón hacia Añón el camino sigue, en su primer trayecto, las areniscas rojas, observándose a la derecha y en la cabecera del Isuela un pequeño retazo del Liásico basal hacia la cota 1.635, y por encima de una fuente, entre las margas, hay un pequeño isleo hipogénico. Traspasado el collado por el que pasa el límite provincial, integrado por las calizas liásicas, en la vertiente de Aragón y a todo lo largo de la bajada, se observa nuevamente la roca hipogénica, interestratificada, con dirección E.-O., que sigue hacia el Morrón; en el fondo del valle se desarrollan muy potentes las calizas en gruesos bancos del Muschelkalk, que presentan fucoides, y algunos tramos de calizas tabulares. En la amplia zona que se extiende hacia el Moncayo, sólo se encuentra el Triásico inferior, frecuentemente rasgado por filones de cuarzo lechoso, al que acompaña el oligisto micáceo, muchas veces disperso, en especial a lo largo del profundo barranco inmediato a los Castillos de Herrera, que limita el Liásico.

La Peñuela, al Norte de Purujosa, surcada por profundos barrancos de Norte a Sur, está integrada por la arenisca roja en toda su extensión; en la parte de Levante queda un retazo de calizas del Triásico medio, al que siguen las carniolas y margas del nivel superior con un lacolito que se dispone igualmente de Este-Oeste; aquí el Triásico superior rellena todo el valle; puede que a esta erupción se refiera Pedro Palacios al hablar de la espilita de los Castillos de Herrera, que distan de este paraje poco más de un kilómetro.

El nivel de calizas del Muschelkalk, que bordea el macizo del Raso, por el Sur de Purujosa, sigue por Levante hasta las inmediaciones de la Fuente de la Peñuela, descansa sobre un banco de arenisca blanca y termina cerca de la Peña de los Moros.

Lo restante del manchón que describimos está constituido por las areniscas rojas que culminan en la Tonda. Estas capas de areniscas silíceas o arcillosas, como dice P. Palacios, son casi siempre micíferas, con pizarras arcillosas de color verde y rojizo y se disponen en anticlinal alargado de NO.-SE. En la parte septentrional, el manchón está cubierto por las calizas jurásicas de Talamantes; entre estas areniscas y las calizas se interpone una zona de margas irisadas y otra superior de carniolas que puede que constituya el Keuper; formación similar hemos encontrado en la parte oriental de la Peña de los Moros, y más al Este de Talamantes hacia La Serna y La Navilla, en los términos de Talamantes y Trasovares. Hacia la parte meridional del macizo se observan grandes roturas, como la inmediata a la fuente de la Peñuela, con un descenso de más de 40 metros, con dirección E.-O., así como una zona mineralizada que fué objeto de explotación repetidas veces por su cobre gris

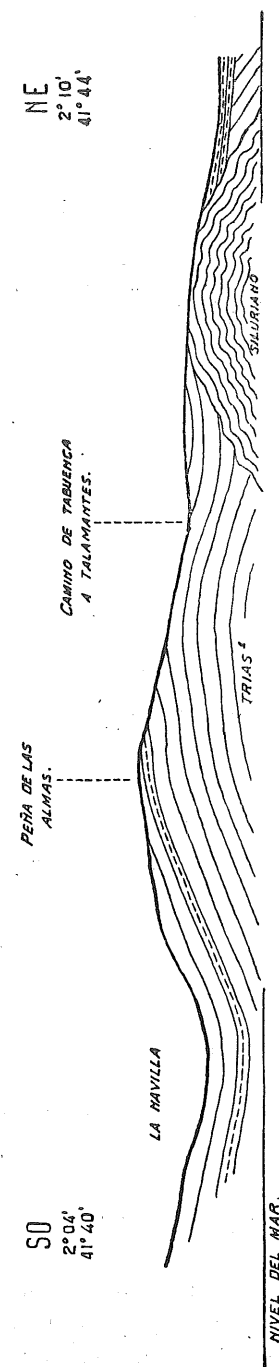
argentífero, hoy completamente anegada por las aguas; ha dado al barranco el nombre de Valdeplata.

Manchón de Tabuena.—Unido con el anterior en la Hoja limítrofe de Illueca, limita a Poniente con la formación jurásica que culmina en la Peña de las Almas, y en la zona oriental descansa discordante sobre el Paleozoico; por el Norte limita también con el Jurásico y conglomerados miocenos que lo recubren.

La carretera de Ainzón a Tierga, desde las proximidades del Km. 6 hasta su salida de la Hoja por el Puerto de la Chabola, sigue casi en todo su trazado sobre las areniscas rojas; en el Puerto de la Chabola forma un pequeño entrante; sobre las mismas se desarrolla una estrecha faja de margas del Keuper, que soporta unos crestones dolomíticos y de caliza marmórea rojiza a ambos lados; a Levante, y en dirección al barranco del Rané, dominan sólo las areniscas rojas; el Triásico superior llega hasta la carretera en el kilómetro 18,8, en cuyas margas arcillosas claras brota una pequeña fuente.

Desde este punto hasta el Km. 13,7, donde está el contacto con el Paleozoico, se sigue siempre sobre las areniscas rojas que, en las inmediaciones de Tabuena, están recubiertas por derrubios de las mismas y en las que se han abierto varios pozos para regadío; la población se asienta en capas de conglomerados de pequeño tamaño, a las que siguen capas delgadas de areniscas rojas, arcillosas y micáferas casi horizontales, como puede verse en la ermita de Sta. Bárbara, y hacia el Sur están las margas amarillas y verdosas, en que se abren las bodegas del pueblo, y vienen coronadas por gruesos bancos de calizas y dolomías con hematites, en el Calvario, que se alza unos 70 metros sobre la población; los diversos montículos que destacan en el relieve están constituidos en su parte superior por margas blanquecinas del Keuper, que en el borde occidental, casi en el contacto con el Jurásico, presentan una potente erupción en el paraje de los Cocones, entre tierras margosas rojo oscuras, y en la vertiente Norte de la Peña de las Almas, un pequeño isleo de yeso en el paraje de la Melonera. Hacia el extremo de la formación, limitada por el Paleozoico en su parte oriental, destaca el macizo de La Torre, formado por el Triás inferior con capas casi horizontales, que presenta en la parte de mediodía antiguas labores mineras de hierro, que se extienden hacia la llanada de Balsete, hoy abandonadas.

La formación triásica que bordea al Siluriano de Tabuena queda sumamente reducida hacia el barranco que se dirige a Fuendejalón, por el S. de Huechaseca, quedando sólo las areniscas rojas; más al N. la formación se ensancha y sobre las calizas vuelven a aparecer las rocas efusivas; en el Km. 8,8 las calizas son magnesianas, muy duras, y sobre las mismas, y en el contacto



Corte de Trasovares a Fuendejalón.



con las margas, se ha construido hoy el nuevo pantano de Huechaseca; por las calizas fisuradas se pierden actualmente las aguas embalsadas; en el barranco de Huechaseca vuelven a encontrarse los afloramientos efusivos dentro del Keuper; aguas arriba vuelven a aflorar las calizas en un pequeño anticlinal orientado NO.-SE., que recubre al Mioceno en su flanco oriental.

Liásico y Jurásico

(Fots. 5, 8, 10, 15, 19, 20, 21, 29, 31, 32, 33)

Las formaciones de este período tienen gran desarrollo dentro de la Hoja de Tabuenca; es difícil la separación en tramos, por la escasez de fósiles, pero es indudable la existencia de parte del Liásico, así como la del Oolítico inferior, especialmente del Bajociense. En estas investigaciones se han podido explorar algunos yacimientos fosilíferos que contienen restos banales, pero que caracterizan algunos tramos muy discontinuos.

Las calizas son los elementos predominantes en los tramos pertenecientes al Liásico; ofrecen un color oscuro, que pasan a blanquecinas exteriormente por aeración; las hay sumamente compactas, duras y en grandes bancos, como también arcillosas y disgregables, pasando a verdaderas margas de tonalidad azulada.

A veces, los elementos margosos se cargan de materia carbonosa y toman una tonalidad negruzca; otras veces, margas y arcillas contienen cubos de piritita, ya simples ya maclados, pasando las arcillas a tipos pizarrosos. Los elementos detríticos, generalmente calizos, se presentan ya en bancos brechosos con cantos de diversas dimensiones y con tonalidades blanquecinas o rojizas, hasta los tipos areniscosos grises o parduscos de grano grueso o fino, de naturaleza silíceas, que forman bancos potentes y duros o capas deleznales o casi simplemente arenas.

Estos elementos detríticos son casi exclusivos del Oolítico y, en cambio, las formaciones calcáreas, ya detríticas ya compactas, lo son de los tramos liásicos.

Por el carácter paleontológico, los depósitos inferiores del Liásico, pobres en cefalópodos, pueden considerarse como de la facies liásica española de braquiópodos. Pedro Palacios, refiriéndose a Peñacerrada, dice: «ni en estas calizas ni en las del valle de Araviana he descubierto restos fósiles, pero atendidos sus caracteres y su posición estratigráfica es indudable que unas y otras deben referirse a la formación del Liás».

El espesor de estas formaciones es muy variable, pues mientras en la estrecha faja del cauce del río Viejo, cerca de Beratón, las calizas margosas tienen unos 100 m. de espesor como máximo. hacia la Peña de los Moros las formaciones detríticas y calcáreas sobrepasan los 500 metros.

Manchones del SO. del Moncayo. — Por encima del Triásico, encajado entre los dos macizos paleozoicos del Moncayo y de la Sierra del Tablado, se encuentran varios isleos que colocamos en la formación liásica. Al SO. de Beratón se dispone, sobre el Triásico superior margoso, una estrecha faja de calizas azuladas, que desde la confluencia del río Viejo con el Araviana se sigue sin interrupción hasta la vertiente del Isuela, donde se interrumpe para continuar luego en la de Peñacerrada, que ha aislado el río Isuela al ahondar su cauce, cortando las formaciones del Triásico superior acompañado de meláfidos. En este isleo, que tendrá unos cuatro kilómetros de longitud por medio kilómetro escaso de ancho, forma una gran llanada, completamente estéril y en la que hay emplazadas varias corralizas, constituyendo las zonas llamadas calerizos por su naturaleza petrográfica; en diversos parajes de los alrededores de Beratón hemos podido encontrar:

Pholadomya sp.

Pecten sp.

Cuculaea sp.

Ostrea sp.

Pleuromya sp.

Trochus sp.

Terebratula Davidsoni Haime.

Aulacothyris agnata Rollier var. *minor* Dubar.

Rhynchonella cf. *curviceps*.

— cf. *Linki* Choffat.

— *ranina* Suess.

— *fodinalis* Tate.

— *Batalleri* ? Dubar.

Spiriferina tumida var. *ascendens*.

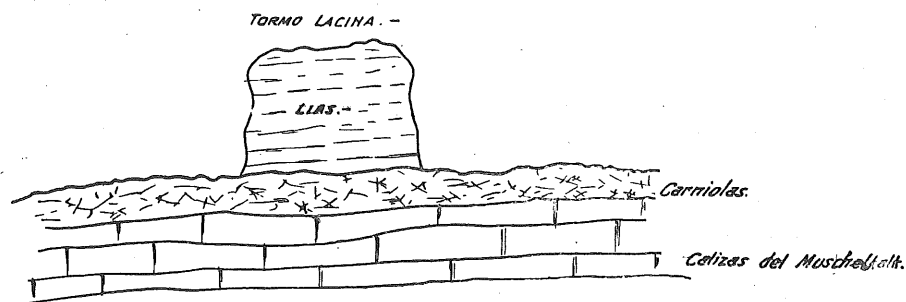
Polípero.

que atribuímos al Charmutiense, es decir, al Liásico medio, que se dispone en sinclinal y con carácter transgresivo. A levante de Beratón y por encima de las dolomías y margas, existe un agreste picacho de naturaleza detrítica, con numerosas cuevas inaccesibles, que consideramos como del Liásico inferior. En la vertiente oriental del Isuela se alza un potente murallón calcáreo,

que desde el río se eleva hasta la cota 1.700, en dirección N., cuyo isleo principal forma la llamada Peñacerrada, que destaca al SE. de Beratón y divide por mitad el límite provincial de Soria y Zaragoza. Buza suavemente hacia el SO. y está cortada en todas direcciones por abruptas escarpas.

Las dos pequeñas muelas emplazadas más al N., una de ellas el llamado Morrón y la otra próxima al collado por donde pasa el camino de Beratón a Añón, pueden considerarse de la misma edad y en ellas no hemos encontrado restos fósiles.

Más a Levante se encuentra flotando sobre el Triásico el amplio manchón donde está situado Purujosa y la Peña de los Moros. El pueblo de Purujosa, como dice P. Palacios, está situado dentro de una profunda hoya, cercada en todo su contorno de escuetos y escarpados cerros, que parecen escalonarse unos sobre otros hasta una considerable altura. Los abruptos tajos que cortan



Disposición del Liásico en el camino de Purujosa a Peña de los Moros.

el suelo, los profundos barrancos que lo surcan y la completa aridez de todas aquellas vertientes, dan al paisaje de las inmediaciones de Purujosa un aspecto extraño y hacen de esta localidad una de las más áridas y escabrosas de Aragón.

La muela de Valdehalcones, situada al N. de Purujosa, está formada por una masa de calizas margosas azuladas casi horizontales que, en el paraje llamado La Moratilla, presenta numerosos fósiles, especialmente braquiópodos, con el mismo aspecto y facies de la llanada de Beratón, entre los que hemos reconocido:

Pecten sp.

Terebratula punctata Sow. var. *arcta* Dubar.

Edwardsi Dav.

hispanica Dubar.

Davidsoni Haime.

Terebratula Davidsoni Haime. var. *radskockensis*.

— — — — *gibba* Dubar.

Rhynchonella cf. *Linki* Choffat.

— *ranina* Suess.

— *Batalleri* ? Dubar.

— *curviceps* Quenstedt.

— *dumbleionensis* Dav. var. *attenuata*.

Spiriferina Walcottii Sow.

— *tumida*.

Todo el contorno de la muela está bordeado de una escarpada o cingle de más de 50 m., dejando aislado este pequeño macizo como el anterior de Peñacerrada. Descansan estas calizas margosas sobre unas calizas cavernosas de naturaleza detrítica, que colocamos en la base del Liásico. Esta formación puede observarse en toda su amplitud a través de los barrancos que de Norte a Sur cortan los estratos; su espesor pasa de los 200 metros.

Estos conglomerados son calizos y llevan cantos de arenisca y de calizas oscuras; son de tamaño muy variados, hasta de 20 cm., con elementos muy rodados y otros aun angulosos, trabados con cemento calcáreo y dan curiosas formas de erosión, paredones verticales de más de 100 m. de altura; los bloques, aislados por grandes diaclasas, recuerdan las formas montserratinas. Hacia el extremo de esta formación detrítica se encuentra la Peña de los Moros, y hacia el centro el Raso, con más de 1.300 m. de altura. El conjunto de este manchón tendrá unos 20 Km.², y se dispone en el fondo de un amplio sinclinal.

Manchón a Levante del Moncayo.—Constituye la faja más amplia de la Hoja, que se extiende casi sin interrupción aparente del NO. al SE., con una longitud total de más de 18 Km., con una amplitud vista de unos seis kilómetros, que representan una superficie de más de 100 kilómetros cuadrados.

Estas formaciones son más completas, pues además del Liásico presentan también parte del Oolítico inferior, especialmente el Bajociense fosilífero.

Esta faja viene desde San Martín, hacia el SE., por el pie de la vertiente oriental del Moncayo, hacia Litago, Añón, Talamantes y extremo SE. de la Hoja, recubierta en la parte Norte por un gran manchón de Cuaternario que va de Vozmediano hasta las proximidades de Añón; el límite oriental, cubierto en gran parte por el Cuaternario y conglomerados miocenos, pasa por Trasmoz, Alcalá, Ambel, dirigiéndose hacia Tabuénca, por el mediodía. El depósito diluvial del pie del Moncayo oculta el contacto con las formaciones

más antiguas; sólo la erosión en las grandes barrancadas pone de manifiesto su presencia con buzamientos que llegan casi a la vertical.

La base de la formación consta de grandes bancos de conglomerados y calizas grises, que descansan sobre el Triás superior y forman los Castillos de Herrera, al NO. de la Tonda, que bajan en suave declive hasta el nivel de Añón, en que hay un predominio de calizas y margas oscuras en el paraje donde emerge el manantial. En la grande llanada que se extiende del pie de los Castillos de Herrera hasta Añón, las calizas magnesianas oscuras, a veces recubiertas por el Cuaternario, forman un molesto lenar difícil de atravesar.

De Talamantes hacia el Sur, a través de la Serna y la Navilla, zona poco accidentada, presentan un gran desarrollo las calizas oscuras y margosas, en que es difícil separar el Liásico del Oolítico, y sólo en las estribaciones meridionales de la Peña de las Almas y en el barranco de la Zarza, del término de Trasovares, cerca de unos campos de cultivo del paraje denominado Los Pajares, hemos encontrado:

Hildoceras sp.

Belemnites sp.

Terebratulula punctata Sow.

— — Sow. var. *crassa* Dubar.

— — — *lata* Dubar.

— *Davidsoni* Haime.

— *Jauverti*.

En la zona de Tabuena, desde el Puerto de la Chabola, en el extremo SE. de la Hoja, los crestones liásicos están formados por calizas marmóreas blancas y rojizas de la base de la formación, que se continúan hacia el NO. culminando en la Peña de las Almas, enorme paredón constituido por los mismos elementos y que desciende por una serie de escarpas hacia los Cocones, con buzamientos hacia el Oeste. Las calizas, de tonos claros, luego brechoides, que terminan en paquetes hojosos negroazulados en la parte baja, están todos algo rizados. Adentrándose en la formación hacia los altozanos de La Serna, entre bancos calizo-margosos, intercalados en las areniscas que buzan al NO., puede observarse la presencia del Oolítico, sólo caracterizado aquí por *Cancellophycus* y restos indeterminables de *Cadomites*. En la fuente y balsa inmediata al término de Tabuena se encuentran grandes bancos de caliza oscura, que ofrece roturas que originan simas que no han sido exploradas; siguiendo el camino que va a Talamantes, las areniscas observadas anteriormente presentan accidentes muy pronunciados, llegando a ponerse verticales; más cerca de Talamantes las calizas azuladas contienen grandes nódulos de hierro, y en

un pequeño collado, en vistas ya del pueblo, son fosilíferas, habiendo podido reconocerse:

Cadomites Braikencidgii Sow.

Garantia Garanti d'Orb.

— *baculata* Quenst.

Oppelia sp.

que permiten atribuir estas capas al Bajociense.

Siguiendo la carretera de Bulbunte a Talamantes, luego de dejar los conglomerados miocenos que recubren las partes altas junto al Km. 9, reaparece el Liásico, que prontamente queda cubierto por los conglomerados transgresivos y discordantes; en el Km. 10,7, las calizas margosas azules, en bancos bien reglados, contienen numerosos cristales de pirita y algunos cefalópodos, en los que hemos reconocido:

Hildoceras radians Rein.

— *variabile* d'Orbigny.

— gr. *H. bifrons* Bruguière.

Medio kilómetro más allá las calizas alternan con elementos más arcillosos, quedando luego recubierta esta formación por un isleo de conglomerado poligénico mioceno, que se presenta discordante en el Km. 12.

Hacia el Km. 14, las calizas margosas, casi horizontales, son pizarrosas; vergen hacia el pueblo de Talamantes, pasando por el mismo límite entre el Jurásico y el Triásico; por detrás del pueblo, y en camino de Alcalá y Añón, se sigue esta formación hojosa que va de E.-O. con estratos casi verticales y con buzamientos al SO. Estos materiales hojosos y negros, con escasos cristales de pirita, se continúan hacia los altozanos de los Chaparros; de las areniscas arcillosas más o menos deleznales asociadas a calizas oscuras pizarreñas y carbonosas proceden el *A. Gervilliei* Sow. y el *A. Blogdeni* Sow., citados por P. Palacios, que dice tener esta formación por lo menos 200 metros de espesor.

Los alrededores del Monasterio de Veruela constituyen por ahora uno de los parajes más fosilíferos en que se ha podido precisar la existencia del Bajociense, a base de los fósiles recogidos por el P. L. Navás y determinados por L. Mallada. El principal yacimiento se encuentra en las galerías del interior de la cueva de Maderuela, de la que se citan;

Nerinaea scalaris d'Orb.

- Ostrea gregaria* Sow.
Pecten sp.
Spondylus sp.
Cidaris spinulosa Roemer.
Rhabdocidaris horrida Lorient.
Pentacrinus sp.
Millecrinus Escheri Lorient.
 — *Hoferi* Merian.
Cyathophora tuberosa Duncan.
 — *insignis* Duncan.
Isastraea gibbosa Duncan.
Intricaria bajociensis ? Dfr.
Thecosmilia obtusa.
Heteropora ficulina Mich.

Siguiendo la carretera forestal de Agramonte que parte de Veruela, se atraviesa transversalmente toda esta formación; en el montículo inmediato a Veruela y a la derecha de la carretera se encuentran unas calizas negras que en su parte superior contienen restos fósiles indeterminables; en un banco rojizo intercalado hemos recogido una *Alectryonia*; en el Km. 1,5 se encuentran margas cenicientas alternantes con capas negras pizarrosas; en el kilómetro 2 se hallan unos bancos de arenisca fina azulamarillenta con buzamiento al Oeste. Junto a la confluencia del barranco de la fuente del Prado hay unos bancos de calizas margosas con restos de corales, que vienen a ser las mismas capas fosilíferas de la cueva; cerca del kilómetro 3, las calizas pizarrosas pasan a carbonosas, soportando bancos de arenisca clara que se continúan hasta más allá del kilómetro 4, en que quedan recubiertas por la formación cuaternaria. Como rareza, en la subida al índice Altirón, integrado por conglomerados cuaternarios en la base, se encuentran numerosos ejemplares de hematites, que en otros lugares yacen en pleno Triásico. Bajando a Litago, los materiales margosos y pizarrosos de color blancoazulado con cristales cúbicos de piritita se presentan casi verticales y con buzamiento al NO.; en las fisuras de las capas no escasean las dendritas de manganeso.

Estos elementos pizarrosos pasan luego a areniscas, encontrándose cerca de Litago gruesos bancos de caliza azul oscura, que presenta igualmente piritita; el buzamiento es hacia el Oeste. Por Trasmoz se encuentran los bancos de arenisca, primero de grano fino, y luego más grueso, y frente al pueblo, la carretera de Litago, corta bancos calizos negros y pardos con areniscas casi horizontales, que se continúan hacia Veruela y, en parte, recubiertas por los conglomerados miocenos.

Siguiendo la carretera de Añón, pasado Veruela, en el Km. 12,7, reaparecen las areniscas amarillentas cuarzosas, que luego recubre el Mioceno; el pueblo de Alcalá está edificado sobre un promontorio calizo que se continúa en la vertiente derecha del Huecha, aguas abajo, pasando a un nivel margoso azul oscuro, pizarroso, destacando frente a Veruela unos crestones con buzamiento hacia el SE. integrados por una arenisca de grano fino, de edad oolítica. Poco después de la confluencia del barranco de Cardosa con el de Valjunquera, entre el término de Ambel y Ainzón, se encuentra un pequeño afloramiento de unos 100 metros de largo, que atraviesa en congosto antes de llegar al Triásico de la Peña Negra; toda la formación está rodeada de Mioceno.

Mioceno

(Fot. 26)

Esta formación ocupa todo el NE. de la Hoja de Tabuenca, con una extensión de unos 50 Km.²; pertenece a la cuenca terciaria del Ebro en su mayor parte, es de facies continental con predominio de elementos detríticos; en la hoja inmediata de Tarazona predominan las margas, bancos de caliza, capa de yeso, numerosos riñones de pedernal y margas blanquecinas utilizadas en la construcción.

Los conglomerados constan de cantos de caliza oscura, areniscas, cuarcitas con cemento calcáreo, otras veces predominan los elementos paleozoicos y el cemento es margoso, disgregándose con facilidad y dan extensos canturales; estos conglomerados constituyen la base de la formación terciaria que no falta en ningún manchón.

Las capas de calizas no son tan frecuentes, son de colores claros y textura ya compacta ya cavernosa.

Las arcillas son generalmente rojas, muchas veces con intercalaciones arenosas; los bancos de arcilla apelmazada son menos frecuentes, de color ceniciento, con moluscos de agua dulce, y lo son aún menos las hiladas carbonosas.

La edad de estos materiales ha motivado controversias, como se ha indicado en el capítulo de Historia. En el supuesto de que la Muela de Borja, que limita el Norte de la Hoja, se la supusiese hoy Pontienne, dado el poco espesor de esta formación, que no sobrepasa los 100 m., y dado el hecho de que los conglomerados no sean a veces horizontales y hayan sido afectados por mo-

vimientos orogénicos después de su formación, pueden considerarse aún como Sarmatiense-Pontiense; los escasos restos fósiles son poco característicos por el carácter detrítico general de la formación basal; faltan restos de vertebrados, que en cambio existen en la hoja inmediata de Tarazona, cuya edad pontiense había sido precisada antiguamente por el *Hipparion gracile* por Depéret y Roman. Clemente Sáenz considera los conglomerados como paleogénicos, es decir, oligocenos, al igual que los de Quel, Riglos, etc., y los yesos como del Sarmatiense. El poco espesor de esta formación detrítica puede abogar por su edad miocena, que ya consideró como tal P. Palacios; todos los conglomerados marginales de la cuenca del Ebro puede que no sean paleogénicos.

Manchón del Huecha.—Llamamos así al Mioceno de la parte Norte de la Hoja que recorre casi en todo su curso el río Huecha; es el de mayor extensión, casi continuo; en la parte derecha se apoya en el Jurásico y es recubierto muchas veces por el Cuaternario. En Trasmoz se puede observar su discordancia con las calizas oscuras jurásicas; los conglomerados se presentan horizontales y constan de elementos pequeños con cemento margoso; queda prontamente recubierto por el Cuaternario arcilloso que se extiende hacia Vera. Tres kilómetros hacia Levante, en la zona de Bulbiente y a lo largo de la carretera, afloran los conglomerados con un ligero buzamiento al Este; descansan en unas capas arcillosas y areniscas que en parte actúan como elementos impermeables, brotando aquí el manantial de la Juaneba.

Inmediato a la confluencia del Huecha con el arroyo que viene de Vera, hay un acantilado de 15 metros de altura, formado por conglomerados con cantos de arenisca roja y caliza jurásica, en el que hay grandes cuevas: este Mioceno forma una estrecha faja en dirección a Vera y sigue hacia Veruela hasta una altura de 50 m. sobre el Monasterio y 10 m. sobre la acequia; en toda esta zona hay conglomerados que se siguen sobre la carretera de Torre-lapaja.

La zona comprendida entre Ambel y Ainzón forma el manchón más amplio, que con discontinuidad se extiende hasta Tabuena.

Generalmente recubre al Jurásico, por el lado de Ambel, gran parte del Triásico en el término de Ainzón, y el Siluriano en Tabuena; su separación del Jurásico es muy compleja, pues la erosión ha dejado diversos isleos que coronan los cerros, especialmente en Ambel y en el camino de Talamantes; en cambio el manchón es más continuo hacia Ainzón, pero se da el caso curioso que en plena formación miocena y en el cauce del barranco de Valjunquera aparezcan dos afloramientos de Secundario.

Los elementos detríticos que se encuentran en las inmediaciones del Hue-

cha, pasan a elementos muy finos, hasta integrar bancos margosos, arcillosos y hasta hiladas carbonosas hacia la *fuentes de Erla*; en la cumbre del cerro inmediato hacia el S. se desarrollan nuevamente los conglomerados con elementos muy voluminosos, procedentes del Paleozoico y Trias, formados por pizarras, cuarcitas, areniscas rojas, cuarzo, caliza, oligisto; hacia el valle, los elementos son más pequeños, siguiendo luego tramos más arcillosos y calizas de espesor variable, ya compactas ya cavernosas, que cortan diversas veces la carretera de Talamantes, antes de entrar en la zona jurásica; a veces son fósilíferas, pero los ejemplares son moldes internos que sólo permiten una determinación aproximada, como

Planorbis Thiollierei Michaud.

Planorbis sp. (pequeño).

Hydrobia sp.

recogidos en paraje próximo a Huechaseca, difieren de los materiales encontrados en la hoja inmediata de Tarazona.

En la zona de Huechaseca, los conglomerados miocenos descansan directamente sobre el Paleozoico, hacia el camino del antiguo pantano, mientras que junto al caserío los conglomerados están formados por elementos medianos, poco rodados, preferentemente silíceos, trabados por cemento margoso que fácilmente se desmorona; más hacia el Sur corta la carretera de Tabuena, junto al cruce de la de Fuendejalón, un pequeño isleo que recubre el Triásico y el Paleozoico. En vistas de Tabuena existe otro pequeño manchón que recubre las pizarras y cuarcitas silurianas; estos conglomerados, disgregados en parte, se encuentran a más de 900 metros sobre el mar, altura a que se halla otro manchón de Mioceno que recubre el Jurásico en la zona de la balsa de Valdeserrano; aquí el nivel inferior está formado por materiales arcillosos rojos que soportan los conglomerados, que ofrecen marcado buzamiento al Sudeste.

La formación miocena adquiere más espesor en dirección a Levante y escasean los elementos detríticos gruesos, así en el pequeño montículo existente entre Borja y Maleján, y en el corte siguiendo la carretera se encuentran margas azuladas, bancos de arenisca más duros, bancos de caliza, hiladas de yeso, lo que indica un régimen tranquilo de sedimentación.

Rara vez se observan grandes dislocaciones o accidentes en el Mioceno; sin embargo, en la carretera de Gallur, entre Bulbiente y Vera, se pueden ver pequeños hundimientos limitados por fallas y pequeños pliegues en los materiales más rígidos.

Cuaternario

Las formaciones cuaternarias tienen poco interés y extensión si se hace excepción del gran manchón que se desarrolla en la falda del Moncayo, dentro de la zona aragonesa.

Desde la orilla izquierda del Huecha, al Norte de Añón, hasta el Queiles, en Vozmediano, dentro de la provincia de Soria, se extiende una faja de depósitos cuaternarios formados por cantos rodados de diverso tamaño, aglomerados con tierra arenosa, difíciles de distinguir a veces de los canturrales que forman los torrentes que bajan del Moncayo, pero en la parte externa de la faja hay predominio de elementos arenosos y guijarros dispuestos en mantos discontinuos en estratificación confusa, recubriendo todos estos materiales un manto de grava que casi llega a tener medio metro de espesor. Las gredas rojizas subyacentes llegan hasta casi 30 metros de espesor, como se puede observar en las vertientes de los numerosos barrancos que disectan esta gran superficie, que tiene en la Hoja más de 10 kilómetros de longitud con una anchura media de dos kilómetros, que debería ser mayor en dirección al Ebro, como puede constatarse por numerosos isleos superficiales de arenas y guijarros que cubren los llanos inmediatos a Vozmediano, San Martín de Moncayo, Litago y Añón.

Esta formación se dispone en una extensa superficie plana de relleno, de perfil sensiblemente horizontal vista desde lejos, y su anchura semeja una enorme superficie de erosión que niveló la base de la sierra, encontrándose a una altura próxima a los 1.000 metros. Vista al atardecer y desde la vertiente alta del Moncayo se la ve surcada en dirección a Levante por los numerosos cauces que la disectan, dando una idea clara de la distribución hidrográfica con sus cursos paralelos entre sí y normales al macizo. Este enorme manto recubre las formaciones secundarias que se desarrollan en la base de la montaña, velando el contacto de dichas formaciones con el Paleozoico.

Depósitos diluviales más o menos extensos los encontramos en los cauces más importantes que surcan la Hoja; a Poniente de Bulbiente, hasta Vera de Moncayo, se desarrolla una amplia terraza junto al cauce del río Huecha, con unos cinco kilómetros de longitud y una anchura media de unos 400 metros, y cuya altura sobre el río es de unos 15; en su parte alta pasa el camino antiguo entre estas dos poblaciones. No aparentando terraza, casi sin cantos rodados, también cuaternaria, es la gran llanada que bordea el camino de Vera

a Trasmoz; este Cuaternario arcilloso presenta frecuentemente concreciones calcáreas.

En el río Huecha, en el paralelo de Vuela, existe otra terraza de unos siete metros, que presenta un gran entrante hacia el NO., encontrándose otras pequeñas fajas en su cauce superior; hasta más allá del Km. 4 de la carretera de Talamantes, en el término de Ambel, se extiende en un gran entrante recubriendo el Mioceno un manchón que adquiere más desarrollo hacia Borja, disponiéndose en una terraza de 10-15 metros junto al Huecha, en el camino de la fuente de Erla; en su parte superior pasa la Acequia Alta del Campo, siendo la zona más ancha después del isleo de la base del Moncayo. De Vera hasta Alcalá existe también una ancha faja de Cuaternario que sigue casi siempre la carretera de Torrelapaja y en la que están emplazados los cultivos hortícolas, dado que el terreno es poco pedregoso y en cambio el cauce actual del río presenta un lecho sembrado de gran cantidad de cantos rodados, con volúmenes a veces hasta de medio metro cúbico, que indica en este río un régimen torrencial e impetuoso en sus avenidas.

Menos importante es el relleno cuaternario que se desarrolla en el barranco de Huechaseca, en el que antiguamente se había construido un pequeño pantano, actualmente sin aplicación; los materiales cuaternarios recubren el contacto del Triás con el Paleozoico, lo mismo que el Mioceno hacia el Norte. En la zona occidental del Moncayo existen igualmente bastantes depósitos de derrubios a expensas principalmente de las areniscas rojas que recubren los fondos, como parte de la llanada que hay entre Beratón y Ólvega, en el límite de la Hoja.

Glaciarismo en el Moncayo (fot. 6).—Dentro de la Hoja el macizo del Moncayo, en su parte alta ha sido afectado por el glaciarismo cuaternario; por su disposición especial orográfica ofrece las vertientes oriental y occidental libres y disimétricas, siendo más abrupta por el lado de Aragón que por el lado de Soria; sus enlaces por el N. y S. son macizos transversales y más bajos; su cumbre forma una extensa loma, aplanada, suave, sin divisorias, resultando un macizo casi aislado que llega a 2.315 m., con eje de NO. a SE. dentro del sistema Ibérico.

La vertiente aragonesa presenta pequeños circos, que en otros tiempos ocuparían glaciares suspendidos, de tipo pirenaico, como el actual de la Maladeta.

Carandell y Gómez de Llarena han descrito con detalle los principales circos, que son los inmediatos al cerro de San Miguel, el circo que llaman de San Gaudioso y el de la hoya de la Morca.

El circo de San Miguel es el más septentrional y tiene una anchura, según

los autores citados, de unos 400 metros, con 700 m. desde el fondo hasta la morrena frontal.

Las paredes casi verticales de la hoya tienen unos 400 m. de altura, existiendo de trecho en trecho derrubios de areniscas y pizarras con grandes cornisas, formadas por materiales más compactos, viniendo a estar relleno el fondo por derrubios y reconociéndose aún hoy una pequeña hondonada, que se eleva gradualmente hasta la supuesta morrena frontal. La máxima glaciación ha dejado sus morrenas a unos 1.750 metros.

En la parte meridional del circo, por donde asciende el camino de la cumbre, presenta aún restos de una morrena lateral que comienza a los 2.100 metros y desciende rápidamente hasta la frontal.

Detrás de esta frontal hay otra que constituye el reborde que cierra el circo; en su parte externa descansa sobre la frontal baja, encontrándose a 1.800 m.; en estas morrenas se hallan bloques erráticos hasta de 10 m. cúbicos.

El circo de La Morca es bastante amplio; la disposición similar a la del circo de San Miguel; el fondo no es tan grande, pero su anchura sobrepasa los 800, según el P. Saz; se distinguen las diversas glaciaciones, siendo igualmente muy importante la situación en la vertiente izquierda y que llega a las proximidades de la fuente del Morroncillo. Existe también un gran canto aislado, que se presenta alisado y estriado por el lado por el que rozaba el glaciar, figurado por el P. Navás en su descripción del Moncayo, publicada en 1932. Hemos constatado en este circo, en cuyos crestones perduran largamente las nieves, gran abundancia de aguas que se escurren por los derrubios subterráneamente, hoy captadas y recogidas por un canal en el salto construido recientemente a media ladera.

La no existencia de glaciario en Zaragoza fué propugnada por Martín Donayre, pero A. Wurm, en 1911, admite la posibilidad de existir huellas de glaciares en la parte alta del Moncayo, apoyado, puede, en el límite teórico de las nieves perpetuas cuaternarias que establecen para este macizo los profesores Penck y Obermaier y que esquematiza García-Sainz. Parece ser que una de las primeras citas de glaciario en el Moncayo sea la de Melchor Vicente. En el trabajo de García-Sainz se expone la dinámica atmosférica, especialmente los vientos que azotaron estas cumbres durante el Cuaternario, y da tres perfiles de la cumbre hasta los 1.700 metros a base del mapa del 1:50.000, que no expresan la realidad geográfica, como ya se ha indicado.

En estas figuras, al circo de la Morca se le da mucho más desarrollo que a los otros dos anteriores, que son el circo de San Miguel y San Gaudioso, este último, del que no hemos hablado, es el menos desarrollado y constituido más bien por una enorme tartera dentro de la barrancada en que está situado, con perfil distinto de los dos anteriores, que ofrecen amplios círcos.

V

PALEONTOLOGÍA

Paleozoico (Siluriano)

Fraena Roualti Levesq.

Es una Cruciana citada por Palacios, que caracteriza las hiladas inferiores del Siluriano y se ha encontrado tanto en las pizarras silíceas como en las cuarcitas blancas y rojizas en los alrededores del barranco de San Gaudioso (Moncayo).

Scolythus sp.

Se ha citado por Palacios en las pizarras arcillosas micáceas del Prado de Santa Luefa, por debajo del Santuario; estas huellas son consideradas también como del Siluriano inferior.

Chirosaurus ibericus Navás.*Chirotherium ibericum* Navás.

El P. Longinos Navás, recorriendo el Moncayo en busca de la *Fraena Roualti* y un *Spondylus* de especie indeterminable, dice: «hallé el primero, mas fueme de todo punto imposible dar con el segundo»; Ignacio de Inza le comunicaba poco después que en una piedra había visto como dos pisadas de perro, pero de relieve y no hundidas, lo cual le confirma la idea de que eran los *Spondylus* que buscaba.

Hemos de indicar que la presencia de *Spondylus* no puede darse en el Moncayo propiamente dicho; en primer lugar aquí hay una equivocación, pues Palacios dice haber encontrado numerosas huellas no del género indicado por el P. Navás, sino de *Scolythus*.

Los *Spondylus* son moluscos lamelibranquios anisomiaros que no aparecen hasta el Permiano, mientras que las capas en que se encuentran los pre-

tendidos *Spondylus* se las considera de una edad mucho más antigua, es decir, del Siluriano inferior.

Observadas las pistas antes indicadas, que fueron seis, las determinó el P. Navás como de *Chirotherium*, forma poco antes descrita por Salvador Calderón procedente del Triásico inferior de Molina de Aragón (Guadalajara). Comparada la forma aragonesa con la castellana, creyó que fuese la misma especie. Por la vista de muchos y muy variados ejemplares en diversos museos de Europa sospechó luego de que se trataba de una especie diferente y nueva. Woodward, conservador en aquella fecha del British Museum, le proporcionó materiales gráficos de las formas existentes en dicho museo, lo que le decidió a crear una especie nueva con la denominación de *Chirosaurus ibericus*, que figura en el Boletín de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales, tomo V, lám. 1, figs. 2 y 3.

Hace luego una amplia disquisición por si ha de denominarse *Chirosaurus* o *Chirotherium*, *Trematosaurus* o *Capitosaurus*.

Cree el P. Navás que se trata de un anfibio. En la descripción que da del ejemplar del Moncayo, siguiendo a Lydekker, lo considera como *Chirosaurus*, denominación apropiada a un reptil; se conserva en una arenisca silíceas de grano fino y de color plomizo azulado, de edad perteneciente al Siluriano inferior.

La diversa edad de los *Chirotherium*, comúnmente triásica, y la atribuida a la forma del Moncayo como del Siluriano inferior, tiene un interés capital para dilucidar la naturaleza de las huellas.

La denominación adoptada de *Chirosaurus* parece no ser muy apropiada para designar las huellas de un anfibio, pues la denominación es más reptiliana que de batracio.

Atendiendo a la edad geológica atribuida a las huellas como del Siluriano inferior, las citadas improntas no pueden ser ni de anfibio ni de reptil, pues los primeros anfibios aparecen en el Carbonífero, mientras que los reptiles más antiguos se consideran como del Carbonífero superior, de modo que en los tiempos geológicos atribuidos a estas huellas no habían aparecido aún sobre la tierra ni los anfibios y, menos aún, los reptiles; hoy día todas estas pistas, denominadas comúnmente *Chirotherium*, que presentan cinco dedos y se encuentran en ciertas placas de arenisca triásica, son atribuidos, puede que erróneamente, a estegocéfalos. En la antigua estratigrafía del Moncayo jugaban un papel muy importante las capas de areniscas atribuidas al Triásico, que hoy por lo menos han de considerarse como paleozoicas, pero de un nivel mucho más superior al de las capas en que se han reconocido las huellas. En las diversas exploraciones que para estos trabajos hemos realizado por los parajes en que se indica haberse encontrado las huellas, no hemos podido ver

ninguna impronta, ni hemos podido ver los ejemplares que del Moncayo dice poseía el P. Navás en el Colegio del Salvador, en Zaragoza.

Años más tarde, Gómez de Llarena vuelve a encontrar en una laja de pizarra compacta, situada al borde del camino de la fuente de San Gaudioso al Santuario, una impresión de la huella dejada a su paso por el *Chirotherium*, cuya fecha de aparición la fija en el período triásico. Ha podido observar, aunque muy borrosas, otras varias huellas en pizarras al nivel del Santuario.

En la Paleontología de B. Meléndez se da una figura de la huella que encontró Gómez de Llarena en la arenisca del Triás inferior del Moncayo (Zaragoza) (lám. VI, fig. 2, tomo II), en que se ve mejor la silueta de la huella que en la figura original publicada en el Boletín de la Española.

Las huellas recogidas son semejantes, pero las encontradas por el P. Navás son distintas de la forma atribuida al Triásico.

Hoy, según las apreciaciones de los alemanes, este Paleozoico debe ser Cambriano, lo cual complica más la cuestión, pues las huellas encontradas por el P. Navás son distintas y más pequeñas de las reconocidas por Gómez de Llarena; la edad de la forma del P. Navás, según su apreciación sería siluriana, y según los alemanes cambriana; la atribución triásica de las formaciones, por Gómez de Llarena, es considerada por P. Palacios como carbonífera y por otros geólogos como permiana, períodos en que no se conocen aún huellas de esta naturaleza.

Carbonífero (Permiano)

Cerca de la cumbre del Moncayo, más arriba de la nevera de San Miguel, en pizarra silíceas, fué hallado por el P. Barnola un resto de vegetal; no ha sido determinado, pero el P. Navás lo figura en su monografía del Moncayo. Los ejemplares no los hemos podido encontrar. Este hallazgo viene a confirmar la atribución al Carbonífero de los estratos superiores del Moncayo, defendida por Palacios, ya que las areniscas rojas del Triásico inferior tienen un aspecto muy distinto de los materiales de la cumbre del Moncayo y el resto vegetal no tiene aspecto de flora triásica.

Liásico

Polípero en mal estado de conservación, procedente del Charmutiense de Beratón, en las inmediaciones de la Sierra del Tablado.

Equínido en mal estado de conservación, procedente de Purujosa.

Spiriferina tumida v. Buch sp.

Charmutiense de Purujosa.

Spiriferina tumida v. Buch sp. var. *ascendens* E. Deslongschamps.

Charmutiense del calerizo de Beratón.

Spiriferina Walcottii Sowerby sp.

Charmutiense de Purujosa.

Rhynchonella Batalleri Dubar.

Damos como tal unos ejemplares procedentes de Purujosa y Beratón aunque esta especie se ha reconocido en el Toarciense, nivel por ahora desconocido en esta zona.

Rhynchonella dumbledonensis Davidson var. *attenuata* Dubar.

Se ha recogido en el Charmutiense de Purujosa.

Rhynchonella curviceps Quenstedt.

Esta forma, que acostumbra acompañar a la anterior, se ha encontrado en el Charmutiense de Purujosa.

Rhynchonella fodinalis Tate.

Entre las formas recogidas en Beratón, algunas pueden atribuirse a esta especie, que acostumbra encontrarse en nivel más alto.

Rhynchonella cf. *Linki* Choffat.

Esta especie es más abundante, habiéndose recogido en Purujosa y en Beratón, tanto en el calerizo como en las estribaciones del Tablado.

Aulacothyrus agnata Rollier var. *minor* Dubar.

Se ha recogido en el Charmutiense de Beratón.

Terebratula punctata Sow.

En los Pajares de Trasovares.

Terebratula punctata Sow. var. *areta* Dubar.

Muela de Purujosa.

Terebratula punctata Sow. var. *lata* Dubar.

En los Pajares de Trasovares.

Terebratula punctata Sow. var. *Edwardsi* Davidson.

Muela de Purujosa.

Terebratula punctata Sow. var. *crassa* Dubar.

En los Pajares de Trasovares.

Terebratula punctata Sow. var. *hispanica* Dubar.

Se han recogido en abundancia en la muela calcáreo-margosa del Charmutiense de Purujosa.

Terebratula Jauberti E. Deslongschamps.

En los Pajares de Trasovares.

Terebratula Davidsoni Haime.

Se conoce del Charmutiense de la muela de Purujosa, del calerizo de Beratón y de los Pajares de Trasovares.

Terebratula Davidsoni Haime var. *radstockiensis* Davidson.

Terebratula Davidsoni Haime var. *gibba* Dubar.

Estas dos variedades de la fauna mallorquina se han reconocido en Purujosa.

Pholadomya sp.

Un solo ejemplar en el calerizo de Beratón.

Pecten aequivalvis.

Tenemos un ejemplar bien conservado, entregado por los pastores y que procede de la zona de la Peña de las Almas, en Tabuenca.

Pecten sp.

Restos fragmentarios en el Charmutiense de Purujosa y Beratón.

Cuculaea sp.

Un ejemplar procedente de Beratón.

Ostrea sp.

Un fragmento del Charmutiense de Beratón.

Pleuromya sp.

Un ejemplar recogido en Beratón.

Trochus sp.

Un ejemplar bastante voluminoso de Beratón.

Hildoceras variable d'Orb.

Un ejemplar del Km. 10 de la carretera de Talamantes, junto con pirritas.

Hildoceras radians Leim.

En el yacimiento del Km. 10 de la carretera de Talamantes.

Hildoceras aff. *bifrons* Bruguière.

En el Km. 10 de la carretera de Talamantes.

Hildoceras sp.

En los Pajares de Trasovares.

Belemnites sp.

En los Pajares de Trasovares.

Bajociense

Isastrea gibbosa Duncan.

Bajociense de la cueva de Maderuela, citada por el P. Navás; en los elementos calizos de la carretera forestal hemos reconocido una forma referente a *Dimorphastraea*.

Cyathophora tuberosa Duncan.

Citada por el P. Navás, procedente del Bajociense de la cueva de Maderuela, en Vera.

Cyathophora insignis Duncan.

Procede del Bajociense de la cueva de Maderuela y citada por el padre Navás.

Thecosmilia obtusa.

Recogida por el P. Navás en el Bajociense de la cueva de Maderuela.

Cidaris spinulosa Roemer.

Encontrada por el P. Navás en el Bajociense de la cueva de Maderuela; en estas investigaciones se han recogido varias púas referibles a esta especie.

Rhabdocidaris horrida Loriol.

Recogida por el P. Navás en el Bajociense de la cueva de Maderuela, en Vera. Esta especie se conoce fuera de España en niveles más bajos, como en el Aalenense de Provenza.

Acrosalenia pseudodecorata Cotteau.

Encontrada por el P. Navás en el Bajociense de la cueva de Maderuela, en Vera. Esta especie se conoce fuera de España en niveles más superiores, como el Bajociense de Provenza.

Millericrinus Escheri Loriol.

Ha sido encontrado por el P. Navás en el Bajociense de la cueva de Maderuela, en Vera; con anterioridad se conocía del Jurásico de la Sierra de Cazorla.

Millericrinus Hoferi Merian.

Esta especie ha sido encontrada por el P. Navás en el Bajociense de la cueva de Maderuela, en Vera; en estas investigaciones hemos encontrado, en el corte de la carretera que va a Agramonte, varios artejos que pueden referirse a esta especie.

Terebratula fylgia Oppel.

Esta especie fué recogida por el P. Navás en el Bajociense de la cueva

de Maderuela, en Vera. Se conoce de yacimientos extranjeros, pero no se precisa su nivel, aunque Lanquine la ha recogido en el Bajociense de Provenza.

Terebratula Buckmani.

Ha sido citada por el P. Navás procedente de la cueva de Maderuela, en Vera. Como la especie anterior su nivel es impreciso, según Rollier.

Dictyothyris coartata Parkinson sp.

A esta forma parece que debe referirse la especie encontrada por el P. Navás en el Bajociense de la cueva de Maderuela, en Vera, según los estudios de Douvillé, creador del género. Mallada cita esta especie de Aguilón (Zaragoza) y de Alustante, Prados Redondos, en Guadalajara. Fuera de España esta especie se encuentra en el Batoniense.

Heteropora ficulina Michelin.

Forma de briozoo encontrada por el P. Navás en las capas bajocienses de la cueva de Maderuela, en Vera, constituyendo una de las escasas formas que de moluscoideos se conocen en la fauna jurásica española.

Alectryonia gregaria Sowerby.

Esta especie ha sido citada por el P. Navás procedente del Bajociense de la cueva de Maderuela, en Vera; se conoce esta forma de diversas localidades del Liásico superior español; en los yacimientos extranjeros llega hasta el Batoniense; en estas investigaciones hemos recogido un ejemplar en un montículo inmediato a Veruela.

Nerinaea scalaris d'Orbigny.

Ha sido encontrada esta forma en el Bajociense de la cueva de Maderuela, en Vera, por el P. Navás; hemos encontrado un ejemplar referible a esta especie.

Pecten sp.

Se han recogido dos ejemplares distintos específicamente en el barranco de la fuente del Prado, término de Vera, pertenecientes al Oolítico.

Chemnitzia sp.

Un ejemplar grande, completamente limonitizado, recogido en las margas calcáreas oscuras del Km. 14 de la carretera de Talamantes.

Cadomites Humphriesi Sowerby.

Se ha recogido un ejemplar en caliza dura, oscura, del barranco de la fuente del Prado, a la altura de la cueva de Maderuela, en Vera, como también otro ejemplar que no permite determinación específica.

Cadomites Blagdeni Sowerby.

Esta especie ha sido citada del Bajociense de los alrededores de Talamantes, por P. Palacios. La forma se conoce de varias localidades es-

pañolas de las provincias de Palencia, Guadalajara, Teruel y Tarragona.

Cadomites Braikenridgii Sow.

Camino de Talamantes a Tabuenca.

Sphaeroceras Gervillei Sowerby.

Ha sido recogida esta especie en el Bajociense de los alrededores de Talamantes, por P. Palacios, y se conoce de muchas localidades españolas como la forma anterior.

Garantia Garanti d'Orb.

Camino de Talamantes a Tabuenca.

Garantia baculata Quenst.

Camino de Talamantes a Tabuenca.

Oppelia sp.

Camino de Talamantes a Tabuenca.

Mioceno

Planorbis Thiollieeri Math.

Recogida en unas calizas cavernosas y otras compactas que se encuentran al NO. de Huechaseca: esta especie, de bastante tamaño, es muy frecuente en el Vindoboniense y Ponticense peninsulares.

Planorbis sp.

Se encuentra con la anterior y su tamaño es muy reducido.

Hydrobia sp.

Se encuentra con las formas antes citadas: el estado de molde interno o las secciones en las calizas no permiten su determinación específica.

VI

TECTÓNICA

Paleozoico

Tres alineaciones paleozoicas figuran en la Hoja: el espolón del Tablado, el macizo del Moncayo y el isleo de Tabuenca; son restos de la orogenia herciniana; forman anticlinales afectados nuevamente en el Terciario y la dirección de sus ejes es NO.-SE. y forman parte de la cordillera Ibérica.

El anticlinal del Tablado es disimétrico; mientras su flanco SO. es muy tendido, el otro es corto y casi vertical y está afectado de una gran fractura.

El anticlinal del macizo del Moncayo ofrece una marcada flexión de su eje en la parte meridional, desapareciendo bajo los depósitos secundarios, que sobrepasan los 1.700 m. de altura sobre el mar; paralelamente al eje, existen varias fracturas, y en gradería imponente por la vertiente aragonesa viene a ser recubierto por el Secundario y Terciario del valle del Ebro.

El anticlinal más oriental, a Levante de Tabuenca, es de constitución petrográfica similar al de la Sierra del Tablado, con predominio de cuarcitas; en él la erosión va descubriendo su mayor extensión; está afectado, igualmente, por varias fallas, la más importante es la que discurre en dirección SO. a NE., inmediata a la carretera de Ainzón.

El macizo del Tablado, en su flanco NE. presenta una falla muy destacada que afecta también al Secundario del valle de Beratón; su recorrido dentro de la Hoja es de NO. a SE. Desde Ólvega se dirige hacia Morés, a lo largo del cauce del Isuela: en el trayecto de Beratón a Purujosa, donde se presentan numerosas erupciones de meláfidos, se observan violentas dislocaciones,

acompañadas de espejos de falla y calizas miloníticas dentro de los tramos del Triásico.

Accidente de menor amplitud en este macizo se puede observar en el camino de Purujosa a Borobia, en el flanco Sur del anticlinal del Tablado, a unos 100 metros por debajo del collado, en que las pizarras paleozoicas cabalgan sobre tramos de arenisca roja, y en la otra vertiente del barranco las pizarras ofrecen violentos pliegues.

El macizo del Moncayo se presenta fragmentado por numerosas fallas, sensiblemente paralelas a su orientación general, de escasa importancia en su flanco meridional y más frecuentes y escalonadas en su vertiente aragonesa; la más interesante pone en contacto el Paleozoico inferior con el Secundario de la base; en su parte occidental el descenso del bloque hundido sobrepasa los 1.000 metros; en una longitud de tres kilómetros se pasa a los 2.316 metros que presenta la cumbre: el altiplano en que se emplaza el Sanatorio de Agramonte llega a los 1.200 metros sobre el mar; las reducidas cuencas de la hoya de San Miguel y la del Morroneillo vienen limitadas por murallones verticales que sobrepasan los 500 metros de desnivel y fueron ocupadas por los glaciares suspendidos durante el Cuaternario. Fractura menos importante es la que presenta la Mata de Trasmoz, al SE. del Santuario, cuya orientación es paralela a la anterior: este desgarro afecta a las Peñas Meleras, que en su día constituían una masa continua con el Cucharón, a cuya falda se asienta el Santuario y cuyo acantilado, de más de 30 metros en vertical, es debido a una rotura.

Secundario

La depresión limitada por los anticlinales de la Sierra del Tablado y el macizo del Moncayo viene rellenada por el Secundario, integrado por el Triásico y Liásico inferior y medio, dispuesto en sinclinal orientado igualmente de NO.-SE., cuya regularidad altera en su parte meridional la gran falla del Isuela. Más a Levante, el bloque calcáreo del Raso se dispone en un ancho sinclinal con la misma orientación, del que forman parte el Morrón y la plataforma calcárea que se encuentra próxima al camino de Beratón a Añón, junto al collado.

Entre este macizo calcáreo y las altiplanicies que se extienden a Levante de Talamantes, integradas igualmente por los elementos calcáreos pertenecientes al Liásico y Oolítico inferior, está situado el bloque de areniscas ro-

jas que de Talamantes sigue hacia el Sur, culminando en la Tonda y dispuesto en amplio anticlinal, y cuya denudación ha aislado las manchas liásicas; su orientación es la misma de los sinclinales anteriormente citados. Dentro de este anticlinal se observan varias dislocaciones, como la que se encuentra a Levante de la Fuente de la Peñuela, que afecta a las areniscas rojas en falla dirigida de E.-O. y con unos 40 metros de salto, que sigue el barranco de Valdelaplata, y puede que tenga relación con la zona mineralizada próxima.

Entre el macizo de la Tonda y el bloque aplanado de La Torre, situado al Norte de Tabuenca, existe otro amplio sinclinal rellenado por el Liásico y Bajociense: en el fondo de este sinclinal y en la parte meridional de la Hoja, existe un isleo de Mioceno que, afectado por los movimientos orogénicos, ofrece marcado buzamiento al SE., en el que se emplaza la balsa de Valdeserrano; este sinclinal presenta varios accidentes transversales, especialmente fallas, como la inmediata a Los Cocones, en el camino de Talamantes a Tabuenca, así como la dislocación general que de las estribaciones del Moncayo pasa por el castillo de Talamantes.

La Peña de las Almas, a Poniente de Tabuenca, forma parte del flanco del anticlinal que se dirige hacia Rané, saliendo de la Hoja en dirección Sur. La llanada de Tabuenca constituye el fondo de un amplio sinclinal erosionado, en que destacan varios montículos de Triásico medio y superior, y en la misma población comprende hasta el Liásico.

La serie triásica del flanco oriental del manchón paleozoico de Huechaseca se dispone en un pequeño sinclinal que atraviesan los meláfidos y que hacia el Norte recubren los depósitos miocenos; en ellos se descubren, más al Norte, restos de un pequeño anticlinal fallado y formado por el Triásico medio y superior, que viene atravesado por una erupción y constituye la Peña Negra.

En el límite Norte de la Hoja, y afectando al Jurásico, existe otro anticlinal, cuyo eje pasa por las inmediaciones de Veruela y en su flanco meridional se asienta el castillo de Trasmoz.

Se ha teorizado mucho sobre el Terciario del NO. de España, tanto sobre su estratigrafía como de su tectónica, invocándose repetidas veces la caracterización paleontológica del Mioceno de Monteagudo, la cual pudiera conseguirse si se estudiaran los numerosísimos materiales que se guardan en el Convento de los Agustinos. En esta Hoja suponen la existencia de un Paleogeno que soporta un Mioceno con neta discordancia angular; este Neogeno horizontal, y que forma extensas plataformas tabulares entre 700 y 800 m., lo hay sin formar dichas plataformas hasta a los 900 metros, tanto en Valdeserrano como en Tabuenca, ya sobre el Jurásico ya sobre el Paleozoico, sin contar la extensa plataforma, que sobrepasa a los 1.000 metros, junto y sobre el Paleo-

zoico de la base del Moncayo y que debe tenerse en cuenta al ocuparse de la dinámica de las fallas que limitan este macizo.

El hecho de que los conglomerados miocenos se dispongan horizontalmente y en discordancia con el Secundario, permite suponer que su edad es posterior a los plegamientos alpinos y que en esta zona de la cuenca no existe Paleogeno, que en otras regiones viene plegado conjuntamente con el Secundario. La sedimentación miocena no recubrió en su totalidad al Secundario, ni la plasticidad del Keuper, por su escaso desarrollo, ha motivado aquí despegues importantes y es muy problemático que la supuesta penillanura pontiense, formada por los depósitos de esta edad, llegue al pie del Moncayo, pues dista por lo menos 25 kilómetros.

VII

PETROGRAFÍA

Todas las rocas ígneas que se hallan en el perímetro de la Hoja de Tabuena están situadas en el Triásico y han sido descritas con diversos nombres, como ofitas, meláfidos, espilitas, gabbros, etc.

Hemos reconocido diversos yacimientos, algunos de ellos conocidos con anterioridad, que se encuentran, principalmente, en la zona Sur del Moncayo, donde se desarrolla extraordinariamente el terreno triásico, lo que constituiría una de las pruebas de la estratigrafía carbonífera de esta sierra, pues no se encuentran en ella afloramientos hipogénicos de preferencia mesozoica.

Los principales afloramientos efusivos reconocidos dentro de la Hoja de Tabuena son:

- 1.—Beratón. Camino de Añón, antes de llegar al collado (Soria).
- 2.—Beratón. Camino de Añón (lacolito de dos kilómetros), pasado el collado (Zaragoza).
- 3.—Beratón. Camino de Ólvega (Soria).
- 4.—Beratón. Carretera de Purujosa (dos afloramientos) (Soria).
- 5.—Purujosa. Camino de Borobia (Soria).
- 6.—Purujosa. Barranco de Valcongosto (Zaragoza).
- 7.—Purujosa. Al Este del Morrón (lacolito de un kilómetro) (Zaragoza).

En el Sudeste de la Hoja:

- 8.—Tabuena. Los Cocones, hacia Peña de las Almas (Zaragoza).
- 9.—Tabuena. Carretera de Ainzón, Km. 8,8 (Zaragoza).
- 10.—Ainzón. En el barranco de Huechaseca (Zaragoza).
- 11.—Ainzón. En la llamada Peña Negra (Zaragoza).

El yacimiento n.º 1 de Beratón se encuentra al NE. del pueblo, sobre el camino de Añón, antes de llegar al límite provincial de Soria, que pasa por el collado a unos 1.560 metros de altura y en las proximidades de una fuente.

El afloramiento n.º 2 de Beratón se encuentra en el camino de Añón, luego de traspasado el límite provincial, dentro ya de la provincia de Zaragoza, a unos 1.650 metros de altura y en la vertiente que da sus aguas a Aragón. Lo identificamos con el afloramiento llamado por P. Palacios con el nombre de Muela de Valdehalcones; considera esta roca como una espilita de 5 a 7 metros de espesor, con una longitud de 300 metros, interestratificada con las carniolas o calizas superiores del Trías, cerca del contacto de estas últimas con una zona estrecha de margas rojizas. Muy cargada de clorita terrosa, con amígdalas de cuarzo y calcita, de pequeño tamaño y muy numerosas. A esta roca, según San Miguel, al microscopio se le reconoce la estructura porfídica con pequeños fenocristales de olivino completamente convertidos en serpentina y limonita y de un piroxeno igualmente descompuesto, limonitizado sobre pasta microlítica intersticial, de microlitos de labrador e intersticios de serpentina, limonita, cuarzo secundario y una zeolita; la magnetita es abundante y hay pequeñas oquedades rellenas de serpentina, calcedonia y cuarcita, verdaderas amígdalas diminutas. Da una microfotografía en la lám. 82, fig. 2, en su memoria sobre las rocas eruptivas de España.

El afloramiento n.º 3 (A-3) de Beratón se encuentra junto al camino de Ólvega, a unos 500 metros del pueblo, a unos 1.320 metros de altura y en las proximidades del río Viejo, que discurre al pie del acantilado formado por el terreno liásico; tiene unos 50 metros de largo y en el relieve se manifiesta por una súbita cuesta, debida a los materiales duros que ofrece.

Por el estudio micrográfico, según Fernández Polo, la roca es un meláfido con estructura dolerítica. Feldespato plagioclásico muy alterado e indeterminable, pero con probabilidad de tipo labrador.

Los minerales ferromagnésicos están representados por olivino y un piroxeno, sólo reconocibles por las secciones. La alteración de éstos da lugar a serpentina y segregación de hierro en forma de hematites y magnetita que rodea los granos y penetra en las grietas.

El apuntamiento de meláfido n.º 4 (B-4) de Beratón es cortado por la carretera que une este pueblo con Purujosa, a unos 1.100 metros de altitud, y dista de Beratón algo más de un kilómetro. El afloramiento es doble, pues unos 200 metros más hacia Purujosa vuelve a salir entre las margas del Triásico.

En la zona de Purujosa son también numerosos los afloramientos de rocas efusivas en los retazos de Triásico existentes tanto a Levante como a Poniente del vecindario; las rocas se presentan con los mismos caracteres, ya ras-

gando las margas del Triásico superior ya interestratificadas, formando verdaderos lacolitos.

Esta roca, de composición basáltica con estructura dolerítica, corresponde a un meláfido, según Fernández Polo. Por su estudio micrográfico consta de feldespato plagioclásico de tipo labrador, muy alterado y en disposición diabásica. El mineral de alteración, indeterminable.

Los minerales básicos aparecen muy alterados y corresponden, por sus secciones, a olivino y un piroxeno. La alteración da lugar a serpentina, que ocupa el espacio original del mineral, y segregación de hierro en forma de limonita, hematites y probablemente de magnetita. Esta segregación ferruginosa impregna los espacios intragranulares así como también se halla localizada en los contornos cristalinos y rellenando las grietas.

Aparecen amígdalas ocupadas por cuarcita, sobre las que destacan formaciones arriñonadas de serpentina, en cuyo contorno se forma una línea de pequeños cristales de hematites.

El afloramiento n.º 5 (B-4) se encuentra junto a Purujosa, luego de traspasado el río Isuela, subiendo por el camino de Borobia y a unos 200 metros de la población, sobre los 1.000 metros de altura y junto a las eras de la misma; tendrá unos 20 metros escasos de longitud.

El afloramiento n.º 6 (C-4) se encuentra a Levante de Purujosa, en la parte alta del barranco de Valcongosto, a unos 1.100 metros de altura y a unos dos kilómetros del vecindario; su extensión no llega a 100 metros cuadrados; este paraje se llama vulgarmente La Hoya Barrán.

Siguiendo el mismo valle, en su parte alta, por donde pasa la senda que conduce a la Peña de los Moros, a Levante del Morrón y 1.500 metros del yacimiento anterior y a 1.300 metros aproximadamente de altura, comenzando en lo alto de un pequeño collado, se halla el afloramiento n.º 7, dispuesto en lacolito que hemos reconocido, en cosa de un kilómetro de longitud, disponiéndose sensiblemente de E. a O., atravesando el barranco y pasando a la otra ladera. Lleva encima calizas, carniolas amarillentas y, por debajo, se desarrollan unos bancos calizos que representarían el Muschelkalk.

El afloramiento n.º 8 se encuentra en el término de Tabuenca, en el paraje llamado Los Cocones (D-4), a Poniente de Peña de las Almas, a unos 900 metros de altura sobre el mar, junto al camino de Borja, teniendo una longitud de unos 500 metros, con un espesor de 40-50 metros; se dispone junto a las calizas, que según nuestro parecer son liásicas y que presentan buzamiento al SE. y las margas terrosas pardorrojizas triásicas.

La pasta es compacta, de color violado oscuro, con nódulos de jaspe rojo, textura cristalina y tinte verdoso por productos cloríticos, a veces atravesada por filones de dolomía espática blanca, acompañada de clorita terrosa, y

cuando es cristalina, de color ligeramente violado. San Miguel cree que esta roca es un meláfido.

Una muestra estudiada por Fernández Polo manifiesta la presencia de plagioclasa muy alterada de tipo labrador o andesina-labrador en disposición dolerítica.

Los elementos negros están representados por olivino y piroxeno serpentizados y segregación de limonita. Hay también biotita relativamente abundante, en cristales más pequeños e igualmente alterada.

En otra muestra se encuentra el feldespato plagioclásico en disposición dolerítica, fuertemente alterado, dejando residuos de calcita. Este mineral ocupa además espacios amigdaloides e irregulares, lo que podría originar la confusión con una espilita (San Miguel de la Cámara, «Estudio de las rocas eruptivas de España»).

Los elementos ferromagnéticos aparecen fuertemente serpentizados, y la segregación de hierro en forma de limonita no es tan abundante como en las restantes rocas estudiadas de esta región.

Hay abundantes cristales aciculares de apatito.

El afloramiento n.º 10 está situado en las proximidades del caserío de Huechaseca (E-3); es el más oriental; tiene unos 200 metros y viene emplazado en el barranco del mismo nombre; tiene por encima las carniolas; la ofita, como dice Pedro Palacios, es de color pardoamarillento, verdosa, muy disgregada, y la espilita de color rojo oscuro con nódulos blancos cuarzosos y calizos. San Miguel da esta roca como espilita.

El afloramiento n.º 11 se encuentra en el término de Ainzón y en el camino de Ambel; se dispone junto a las calizas superiores del Trías, recubiertas por los sedimentos miocenos; además de las calizas existe un depósito de yeso; la extensión superficial de este manchón casi llega a un kilómetro, formando los depósitos sedimentarios un anticlinal en parte derruido; el asomo hipogénico, que tendrá unos 50 metros, destaca en un mogote redondeado, conocido en la región con el nombre de *Peña Negra*, de color pardorrojizo oscuro con manchas verdosas y rojizas, que son grandes amígdalas; la roca está profundamente alterada. En el mismo barranco, y a unos 200 metros escasos, se explotan las gravas procedentes de los derrubios triásicos. La roca de Ainzón es una andesita o un meláfido, según San Miguel; al microscopio puede aún reconocerse su estructura porfídica, con grandes fenocristales de olivino y augita calcificados y pasta hialopilitica de microlitos de plagioclasa alterados y vidrio descompuesto, oscurecido por limonita, grandes amígdalas complejas de calcita, serpentina, cuarcita y calcedonia.

Según Fernández Polo, esta roca tiene estructura dolerítica correspondiente a una espilita. El feldespato es una plagioclasa de tipo labrador o andesina,

muy alterado y con fuerte segregación cálcica. La calcita se halla sobre los cristales alargados de plagioclasa y rellenando amígdalas. El elemento negro esencial es biotita, fácil de reconocer por su pleocroísmo y extinción recta, a pesar de hallarse bastante alterada con paso a clorita, que ocupa especialmente la parte central de los cristales de biotita, y segregación de hierro en los bordes y grietas.

La disposición estratiforme de estas rocas, localizadas siempre en el Trías, y su concordancia con los materiales a que constantemente vienen asociadas, inducen a creer con P. Palacios que estos materiales son resultado de profundas transformaciones sufridas por las rocas sedimentarias. San Miguel da esta roca como espilita, siguiendo lo dicho por Mallada, pero, por su color violáceo oscuro, muy probablemente es un meláfido.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Las condiciones hidrológicas de los terrenos que integran la Hoja de Tabuena son muy variadas; junto con el acentuado relieve de su parte occidental, que actúa como un verdadero condensador, especialmente el gigantesco Moncayo, cuyas cumbres sobrepasan los 2.000 metros, que sintetiza el dicho popular: «Moncayo traidor, hace pobre a Castilla y rico a Aragón».

Las condiciones de pluviosidad del Moncayo ocasionan que la parte alta del macizo quede cubierta en los años normales de un extenso manto de nieve, que da abundantes aguas en el período del deshielo; los grandes aguaceros se suceden con más frecuencia en las vertientes aragonesas, por lo que esta región es más rica en aguas que la vertiente soriana, donde son las granizadas las que adquieren caracteres extraordinarios.

La parte alta del Moncayo, con sus diversas areniscas y pizarras, es prácticamente impermeable, en tal forma que desde el nivel del Santuario hasta las cumbres apenas se encuentran fuentes y sólo a través de las grietas, en general de poca amplitud, se van escurriendo las aguas, de muy escasa salinidad y con una temperatura sumamente baja.

Como agua procedente del deshielo es de poca salinidad, que no aumenta al correr por materiales insolubles. Su temperatura concuerda con la media anual de este elevado macizo.

Manantiales en el Paleozoico

(Fot. 34)

De las fuentes inmediatas al Santuario, la de *San Gaudioso* (A-2), es una de las más importantes, cuyo caudal es de unos 35 metros cúbicos diarios y cuya temperatura es en pleno verano de unos 5°, con una constancia de más de un siglo; hoy, gracias al Servicio forestal, se le ha dado un aspecto monumental, frente a la reconstruida ermita del santo obispo de Tarazona.

El análisis químico practicado en estas investigaciones ha dado:

Anhídrido sulfúrico.....	0,0069	gramos en litro.
Cal	0,0021	— —
Magnesia	0,0127	— —
Cloro	0,0071	— —
Cloruro sódico	0,0117	— —
Grado hidrotimétrico	1°	

Casi al nivel del Cucharón y por encima del Santuario (A-2), existe otro manantial, que con pocas condiciones higiénicas se capta para los servicios del Santuario y cuyo aforo ha dado unos 28 metros cúbicos por día. A poca distancia del Santuario y junto a la carretera, en dirección a Tarazona, existe otro pequeño manantial, más preferido por los veraneantes, y es la llamada *Fuente de la Caña*, cuyo aforo ha dado unos 11 metros cúbicos diarios.

Sensiblemente al nivel del Santuario, y en el gran circo de la Morca, se encuentra la *Fuente del Morroncillo*, de 6-7° de temperatura, cuyo caudal es superior al de las fuentes anteriores y cuya disposición geológica es idéntica.

Todas estas aguas se pierden prontamente entre los grandes canchales de derrubios que cubren estas escarpadas laderas. Existen en este circo otras fuentes de caudal más reducido y más sujetas a las variaciones pluviométricas. Hoy día se han canalizado todos los manantiales que vierten en el circo de la Morca (A y B-2), a una altura de los 1.400 metros sobre el nivel del mar, embalsándose en una presa para producción de energía eléctrica por los hermanos Gutiérrez, que utilizan en sus fábricas de Tarazona. Los verdes isleos de plantas gramíneas delatan, en las aún desmanteladas vertientes, la existencia de pequeños manantiales que prontamente se pierden en los derrubios, como acontece en el inmediato *Val de Manzano*, donde por debajo de los gran-

des canchales se puede percibir el descenso rumoroso del agua que no aflora superficialmente.

Por debajo del nivel del Santuario del Moncayo existen fuentes que brotan igualmente en la formación paleozoica, teniendo consiguientemente un caudal mucho mayor, entre los cuales podemos citar la de *Aguas Claras*, que es la más caudalosa y que brota en el frondoso hayedo por encima del nivel del Sanatorio emplazado junto al límite provincial con Soria. La llamada fuente del *Sanatorio*, que se encuentra a unos 200 metros de éste y en la carretera de la casa forestal, da un caudal de unos 150 metros cúbicos por día. Siguiendo la carretera que conduce al Santuario del Moncayo se encuentra la llamada *Fuente de los Forestales*, que ha sido recientemente arreglada y cuyo rendimiento es de unos 25 metros cúbicos; en nivel más alto siguiendo la misma carretera se encuentra la *Fuente del Sacristán*, cuyo caudal es de unos 110 metros cúbicos diarios y, finalmente, la llamada *Fuente de los Frailes*, que da unos 70 metros cúbicos al día. Todas ellas, como las inmediatas al Santuario, son de muy escasa salinidad.

Manantiales en el Triásico

Los diversos manantiales que brotan en el Triásico generalmente no son tan caudalosos como los anteriores; son también aguas de escasa salinidad, ya que casi todos ellos discurren sobre el Triásico inferior, y en general por las areniscas rojas o blancas.

TABUENCA.—Tiene servicio público de aguas que vienen canalizadas, unas del Collado de la Ermita y otras de la Ermita de los Santos, al SO. de la población; las aguas proceden del Triásico medio; el aforo de los dos caños del agua procedente del collado de la Ermita da cerca de 40 m. cúbicos diarios, y la de la Ermita de los Santos unos 112 metros cúbicos por día. El análisis químico practicado en estas investigaciones es como sigue:

Anhídrido sulfúrico	0,0086	gramos en litro.
Cal	0,0865	— —
Magnesia	0,0290	— —
Cloro	0,0106	— —
Cloruro sódico	0,0175	— —
Grado hidrotimétrico	21°	

BERATÓN.—No tiene servicio público, pero hay una caudalosa fuente con dos caños, convenientemente arreglada para usos domésticos, bebida y riego. Su aforo, practicado con ocasión de estos estudios, nos ha dado en pleno verano unos 90 metros cúbicos por día. Está emplazada en las afueras de la población y procede de un nivel de areniscas blancas del Triásico medio. El análisis químico practicado da:

Anhídrido sulfúrico	0,0034	gramos en litro.
Cal	0,0123	— —
Magnesia	0,0181	— —
Cloro	0,0035	— —
Cloruro sódico	0,0058	— —
Grado hidrotimétrico	4º	

PURUJOSA.—Al NO. de esta población, junto al cauce del Isuela, se encuentra un caudaloso manantial que brota entre las calizas triásicas, empleado para usos agrícolas mediante una acequia; la población se surte de sus aguas para usos domésticos tomándolas de la acequia, sin ninguna precaución higiénica, lo cual ocasiona frecuentes tifoideas.

TALAMANTES.—Esta población no posee abastecimiento de aguas y se surte de una fuente que hay en la parte baja del pueblo, en el nivel de las areniscas rojas, con un caudal de unos seis metros cúbicos diarios; existen otras fuentes en el término, pero son poco abundantes.

Manantiales en el Jurásico

Las condiciones hidrológicas de esta formación son variadas: mientras en unas zonas la abundancia de aguas es extraordinaria en otras faltan casi en absoluto. Las laderas aragonesas del Moncayo, con gran desarrollo de calizas en la base, son propicias para manantiales de tipo vaclusiano, como son las fuentes del Queiles, que nace en las inmediaciones de Vozmediano, aprovechadas en la agricultura y obtención de energía eléctrica, como las de la cueva de Añón, Fuente del Ojo, en el término de Ambel, que contrastan con las aguas que surten Vera del Moncayo, Litago, etc.

MANANTIAL DEL OJO (D-2).—Se encuentra en las proximidades de la carre-

tera de Bulbiente a Talamantes, en el término de Ambel, hacia el Km. 10; consta de manantiales de tipo vaclusiano dentro de las calizas jurásicas; las surgencias están al nivel del barranco y dan 900 metros cúbicos diarios, que se recogen en unas balsas junto a la carretera y son empleadas en usos agrícolas.

MANANTIAL DE AÑÓN.—A Poniente de la población y al nivel del río Huecha se encuentra este nacedero, que es uno de los más caudalosos de la Hoja, empleado en usos agrícolas y en obtención de energía eléctrica, pues la población tiene un servicio muy deficiente de aguas. El manantial es igualmente de tipo vaclusiano, manando a través de las grietas que presentan las calizas jurásicas oscuras. No se ha practicado el aforo correspondiente.

VERA DE MONCAYO.—Tiene servicio público de aguas para usos domésticos, con varias fuentes distribuidas en la población. Se surte de la fuente del Prado, situada a unos 4 Km. al SO. de la población, captada en los elementos areniscos del Jurásico medio y en las proximidades de la carretera de Agramonte. El análisis químico de una muestra recogida en una de las fuentes de la población ha dado:

Anhídrido sulfúrico	0,0703	gramos en litro.
Cal	0,1277	—
Magnesia	0,0652	— —
Cloro	0,0248	— —
Cloruro sódico	0,0408	— —
Grado hidrotimétrico	35º	

LITAGO.—Tiene servicio público de aguas que proceden de las estribaciones del Moncayo, captadas en los depósitos jurásicos.

El análisis químico practicado da:

Anhídrido sulfúrico	0,0069	gramos en litro.
Cal	0,0453	— —
Magnesia	0,0362	— —
Cloro	0,0106	— —
Cloruro sódico	0,0175	— —
Grado hidrotimétrico	9º	

Manantiales en el Mioceno

Las aguas subterráneas del Mioceno son muy abundantes en los niveles de conglomerados que se encuentran en las zonas bajas; en la Hoja de Tabuénca afloran principalmente en la parte Norte, que presenta en su parte superior la meseta calcárea de Borja.

Pertenece a esta formación la *Fuente de Erla* (E-1), que es un pequeño manantial situado al Sur de Borja, y brota por encima de unas arcillas miocenas que contienen restos de moluscos de agua dulce y pequeños lechos carbonosos; el caudal es muy reducido, unos 17 metros cúbicos por día; el agua, recogida en dos pequeños depósitos, se destina a usos agrícolas.

La extensa meseta de Borja, coronada por unos potentes tramos calizos, fisurados, carcomidos y con numerosas diaclasas, constituyen un interesante acumulador, las aguas discurren fácilmente hasta los conglomerados y quedan detenidas en su descenso por los tramos arcillosos.

BORJA (fot. 35).—Esta población tiene un antiguo servicio de aguas, que necesita modernizarse; en su día fué obra de gran importancia, pero en estos tiempos resulta anticuada y aun en malas condiciones higiénicas. El agua de Sopé viene en acequia descubierta hasta el estanque del mismo nombre, junto a la población donde está la distribución a las fuentes de San Francisco, San Bartolomé, Canales, Mercado y Nuestra Señora de la Peana. Las de Aribas, que surten las fuentes de Santo Domingo y P. de España, proceden de Torre Morillo, emplazada a la derecha del río Huecha, a unos dos kilómetros al O. de la población, y son conducidas por tubería; este manantial es sumamente caudaloso. Del Campo del Toro se surte la fuente del Portal, que ha sido urbanizada en 1928. Más que los servicios domésticos tienen interés las aguas empleadas en la zona de regadío, funcionando un Sindicato de Riegos del río Huecha, al que recurrimos para informarnos sobre su organización y caudales, cuyos datos damos a continuación:

Sopé	56 litros.
Fuentes	27 —
Maneguer	158 —
Sorbán	333 —
Luchán	450 —
El Campo (Fontnueva-Juaneba)

Este último manantial, del que no hemos podido obtener datos de aforo, es el más caudaloso y se encuentra en el término de Bulbiente, a más de dos kilómetros al O., brotando por debajo de los conglomerados miocenos, en condiciones semejantes a la fuente de los Veinte Caños, de Bulbiente; el agua, al llegar al Huecha, es conducida por una canalización subterránea de cerca de un kilómetro por debajo del río a la otra vertiente, acrecentando su caudal con aguas procedentes de los altos de Alcalá.

En los trabajos de esta Hoja hemos analizado una muestra de agua del servicio de Borja, procedente de la monumental fuente de la plaza de Santo Domingo, que ha dado:

Anhídrido sulfúrico	0,0240 gramos en litro.
Cal	0,0906 — —
Magnesia	0,0217 — —
Cloro	0,0142 — —
Cloruro sódico	0,0234 — —
Grado hidrotimétrico	18°

BULBUENTE.—A Levante de la población e inmediata a la carretera de Talamantes, existe un nacimiento de aguas que procede de la parte baja de la faja de conglomerados que bordean la carretera de Gallur a Agreda. El aforo practicado en la fuente de los Veinte Caños da unos 1.200 metros cúbicos diarios y se destina casi exclusivamente a regadío, ya que la población se surte de agua potable de un pozo situado a Poniente del vecindario; las aguas analizadas han dado:

Anhídrido sulfúrico	0,0086 gramos en litro.
Cal	0,0968 — —
Magnesia	0,0217 — —
Cloro	0,0177 — —
Cloruro sódico	0,0292 — —
Grado hidrotimétrico	20°

Relación de los manantiales comprendidos en los términos municipales de la Hoja

Ayuntamientos	Nombre del manantial	Caudal en l/s	OBSERVACIONES
Ainzón	Garranguero.....	0,50	Consumo y riego, vierte al río Huerva.
Idem	Merinos	0 25	Idem, íd.
Idem	Sobana.	2,00	Idem, íd.
Idem	Fuente de Cuartero	0,50	Idem, íd.
Alcalá de Moncayo...			No existen manantiales dentro del término.
Ambel	Valjunquera	0,50	Consumo público.
Añón	Las Cuevas ..	200,00	Consumo y riego. Nacimiento del río Huerva
Idem	Fuente del Rey ..	20,00	Idem, íd.
Idem	Fuente del Prado.	25,00	Abastecimiento de los pueblos de Alcalá de Moncayo, Ambel y Borja.
Idem	Morana	200,00	Idem, íd.
Idem	Morea	20,00	Abastecimiento de Añón, Litago y Vera de Moncayo.
Beratón	Fuente Vieja	5,00	Consumo y riego.
Idem	Ontanares	50,00	Se utiliza en un salto de agua para alumbrado.
Borja	Rivas	10,00	Abastecimiento público y riego.
Idem	Balseta, Bóveda y Cerezos	130,00	Sindicato de riegos de Borja; riega en parte los términos de Albeta, Ainzón, Bureta, Alberite, etc.
Idem	Bargas y Las Cazuelas	100,00	Sindicato de riegos de Borja; riega, en parte, los términos de Borja, Albeta, Ainzón, Bureta, Alberite y Magallón.
Idem	Badillo	30,00	Idem, íd.
Idem	Luchán	200,00	Sindicato de riegos de Borja; riega, en parte, los términos de Borja, Albeta, Ainzón, Bureta, Alberite y Magallón.
Idem	Azotillo, Valle y Prado	20,00	Idem, íd.
Idem	Caldorio	0,50	Riego.
Idem	Muela baja	0,25	Idem.
Idem	Arbolitas	0,25	Idem.
Idem	Moncín	0,25	Idem.
Idem	Santuario de Misericordia	1,00	Consumo y riego.
Idem	La Gotera	0,25	Idem.
Idem	Valle	0,50	Riego.
Litago	Enjamas	0,50	Consumo público.
Idem	Fuente Blas	1,00	Riego.
Maleján			No existen manantiales en este término.
Purujosa	La fuente	200,00	Consumo y fuerza (mueve dos molinos).

Ayuntamientos	Nombre del manantial	Caudal en l/s	OBSERVACIONES
Purujosa	Fuente del Col ...	100,00	Para riego.
Tabuena	El Galisno ...	1,00	Consumo y riego.
Idem	La Calderuela....	1,50	Idem, íd.
Idem	El Buitre	1,50	Consumo público.
Idem	Fuente la Quila ..	1,50	Consumo y riego.
Idem	Fuente el Cerezo ..	2,00	Idem.
Idem	La Loriga	1,25	Consumo.
Idem	El Palancar	2,50	Consumo y riego.
Idem	El Tejar	2,50	Idem.
Talamantes ..	Valdelinares	1,00	Idem.
Idem	Idem	0,50	Idem.
Idem	Valdehermosa ...	3,00	Riego.
Idem	Valdetreviño	4,00	Idem.
Idem	Valdelatanda	0,25	Consumo.
Idem	Valdeimperio	0,25	Idem.
Idem	Valderparveros ..	1,00	Riego.
Idem	Los Terrales	0,50	Idem.
Idem	Valelubia	2,00	Idem.
Idem	Vallejo La Fuente.	0,50	Idem.
Idem	Valdelpozo	0,50	Idem.
Idem	Valdelaguna	0,25	Idem.
Idem	Cristina	0,25	Idem.
Trasmoz	Juncosa	4,00	Consumo público.
Vera de Moncayo	Fuente del Prado.	0,75	Idem.
Idem	Fuente El Polo...	1,50	Idem.

OROGRAFÍA, DATOS PLUVIOMÉTRICOS, HIDROGRAFÍA, CUEVA DE MADERUELA

Orografía

Los elementos orográficos de la Hoja de Tabuenca son bastante variados y numerosos; las grandes altitudes corresponden, como es regla general, a los terrenos paleozoicos y secundarios que son los que han sufrido los grandes movimientos orogénicos y, en cambio, los elementos terciarios son más bajos por solerse sedimentar en las lagunas; las altas sierras predominan a poniente y mediodía, mientras las partes más llanas se encuentran hacia el Noroeste.

El elemento orográfico más importante de toda la Hoja lo constituye el macizo del Moncayo, orientado de N. a S., teniendo en su cumbre 2.313 metros, y siendo el punto más bajo el cauce del Huecha, que tiene sólo 410 metros sobre el nivel del mar, al salir de la Hoja, cerca de Ainzón. El macizo del Moncayo, entre Vozmediano y Beratón, tiene unos 10 kilómetros de longitud; la vertiente oriental, por el lado de Aragón, es relativamente brusca y escarpada.

La vertiente occidental del Moncayo es más tendida y suave, formando extensas llanuras que sobrepasan los 1.300 metros.

De los extensos llanos terciarios del borde Noroeste de la Hoja se llega a la primera zona de relieves, que la constituyen los terrenos mesozoicos que en amplia faja y sin relieves destacados se extiende desde Trasmoz hasta los altos de Huechaseca (E-3), mientras que el borde meridional sigue con una

altitud media de 1.000 metros desde las inmediaciones de Vozmediano hasta Tabuenca.

Desde esta altura media se yergue bruscamente, en la vertiente de Aragón, como un inmenso lomo, la mole del Moncayo, cuya imprecisa divisoria separa Castilla de Aragón.

La parte Sur de la Hoja constituye una zona muy quebrada, con alturas medias que sobrepasan los 1.200 metros, destacando hacia el centro de la Hoja, y a Poniente de Talamantes, las curiosas formas de erosión denominadas Los Castillos de Herrera, que pasan de los 1.300 metros de altura.

Al Sur y hacia Tabuenca, destaca el índice del Bollón (E-3), con 1.043 metros de altura, formado por los elementos triásicos superiores; más a Poniente, y en el término de Ambel, destaca en el relieve el monte de La Torre, con 917 m., integrado por los elementos inferiores del Triásico. Se presenta aislado y con pendientes suaves. Más próxima a Tabuenca se alza la Peña de las Almas (E-4), con 1.154 metros, que forma un abrupto peñón erguido sobre el altiplano de Tabuenca, hasta 400 metros, en terreno muy quebrado, desmantelado y desigual.

Unos 10 Km. más a Poniente se encuentra La Tonda (C-4), con 1.494 metros, en el límite del término de Talamantes; por este enorme bloque pasa la divisoria del Isuela y del Huecha.

Al Suroeste de la Tonda (C-4), se yergue la Peña de los Moros (C-4), gran murallón de cerca de 1.300 m., y más a Poniente El Raso de Purujosa (B-4), de 1.367 metros, extremo de la alineación montañosa que termina en Talamantes y cuya parte superior constituye un pequeño altiplano.

La muela aplanada del Morrón (B-3), con 1.721 metros, se emplaza entre las estribaciones meridionales del Moncayo y la zona del Raso, inmediata a Purujosa.

De naturaleza pizarrosa, en el extremo SO. de la Hoja, alineada con la sierra del Madero y en la provincia de Soria frente a Beratón, se encuentra parte de la sierra del Tablado (A-4), con 1.749 metros en el índice geodésico, y un kilómetro más a Levante se hallan los Tres Mojones, por encima del Collado de las Vacas (A-4), que limitan Soria y Zaragoza y los términos de Purujosa, Beratón y Borobia; las vertientes de Aragón son las más abruptas; en la vertiente soriana se origina el río Manubles.

El valle más amplio es el del Ebro, y los grandes llanos vienen formados por el Terciario, que forma profundos entrantes en el Secundario; éste integra zonas más o menos llanas hasta casi los 1.000 metros; tanto el Secundario como el Terciario ofrecen encajados algunos valles que disectan estas formaciones sedimentarias, especialmente en la zona del NE. Por el mediodía, dada la naturaleza calcárea del terreno, los cortes son profundos y dan al paisaje

un aspecto adusto, realizado por los grandes peñascos labrados por la erosión de otros tiempos, como puede verse en la zona de Beratón, Purujosa y Calena.

Las montañas de mayor altitud se encuentran en la parte SO. de la Hoja, y las alturas más destacadas de la misma corresponden a los vértices geodésicos siguientes:

Vértice Moncayo (A-2), con 2.313 m. (en la divisoria de Zaragoza con Soria).

Vértice Lobera (A-2) (Alto del Moncayo) con 2.222 metros.

Vértice Tablado (A-4) (en la provincia de Soria), con 1.749 metros.

Vértice Morrón (B-3), con 1.721 metros.

Vértice Tonda (C-4), con 1.494 metros.

Vértice Raso (B-4), con 1.367 metros.

Vértice Peña de las Almas (E-4), con 1.154 metros.

Vértice Bollón (E-3), con 1.043 metros.

Vértice Altirón (B-1), con 919 metros.

Vértice Costa Raída (E-2), con 616 metros.

Sierra de Picabrero (B, C-3), con 1.485 metros.

Sierra Peña de los Moros (C-4), con 1.299 metros.

Sierra La Ovejuna (E-4), con 1.067 metros.

Sierra La Silla (C-3), con 1.059 metros.

Sierra La Torre (D, E-3), con 917 metros.

Datos pluviométricos

La calina, dominante en verano, no permite la observación a gran distancia, y en una miranda tan excelente como el Moncayo, la visibilidad queda a veces reducida a los términos próximos, pues siempre la tenue neblina domina a gran distancia.

Los vientos huracanados predominantes soplan del NO., y su intensidad es tal que dificulta grandemente la vegetación arbórea, de manera que parecen los pinos cortados por mitad y el ramaje dispuesto en dirección frontal al viento, se retuerce hasta quedar en el sentido en que sopla; en parajes donde la intensidad es menor, dominan las formas simplemente inclinadas por el viento.

Las lluvias vienen acompañadas de los vientos del mismo cuadrante y la

gigantesca mole del Moncayo actúa como un potente condensador, y las nubes se resuelven en abundantes lluvias, mejor dicho, imprevistos chubascos, que el pueblo denomina gráficamente con la expresión de llover a cántaros; hacia la llanura el goteo es más frecuente. En las altas cumbres del Moncayo no existe estación meteorológica alguna y es lástima que no se haya emplazado allí por lo menos un pluviómetro totalizador. Las bajas temperaturas conservan las nieves hasta entrado el verano; en las partes bajas de su falda, el valor de las precipitaciones pocas veces sobrepasa los 700 mm. en Agramonte, a unos 1.250 metros sobre el mar; ni los 500 mm. en Veruela, que se halla a 650 metros de altura.

B O R J A

450 metros sobre el nivel del mar

AÑOS	Enero.....	Febrero.....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto.....	Septiembre..	Octubre.....	Noviembre...	Diciembre...	TOTAL
1933	30,2	17	43,5	20,7	38,8	55	19,7	7,3	25,7	37,7	51,3	94,5	441,4
1934	5,5	4	16,1	78,2	53,6	15,4	8,9	17,5	65,5	9,8	130,2	50	454,7
1935	33,4	0	6,2	13,2	128,2	8,7	16,4	38,8	3,6	23,8	13,1	38,4	326,8
1936	23,2	32,2	64,9	59,4	187,1	64	29,1	1,9	18,1	24,4	92,9	7,9	676,5
1940	43	34,8	29,4	41,1	49,7	141	32,3	83,9	19,7	75,8	11,6	7,8	570,1
1941	76,1	36,5	16	71,6	60,9	24,3	23,6	44,9	61,1	3,9	16,4	19,2	454,5
1942	16,8	17	22,9	186,3	39,8	46,5	5,3	50,4	49,4	25,7	30,8	12,1	503,0
1943	9,1	8,9	24,2	88,5	34,4	7,6	69,9	31,3	55,6	8,5	13,3	70	421,3

V E R U E L A

650 metros sobre el nivel del mar

AÑOS	Enero.....	Febrero.....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto.....	Septiembre..	Octubre.....	Noviembre...	Diciembre...	TOTAL
1941	74,7	23,7	25,6	98,7	94,2	32,9	70	63,2	54,1	3,0	27,7	20,6	588,4
1942	28	20	137,4	45,5	83,1	16	34,1	40,1	32,1	38,6	12,6	12,6	519,6
1943	8,6	4,5	20,3	89,8	49,7	18,3	95,9	19	—	20,6	14,3	60,6	401,6
1944	37,8	—	11,8	25,5	67,5	50,9	2,1	5,2	45,3	28,6	31,1	25,6	331,4

AGRAMONTE DE MONCAYO

1.250 metros sobre el nivel del mar

AÑOS	Enero.....	Febrero.....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto.....	Septiembre..	Octubre.....	Noviembre...	Diciembre...	TOTAL
1933	22	39	74	61	43	153	30	20	32	65	103	105	747
1934	38	25	50	161	47	76	41	21	—	20	111	64	654
1935	44	56	73	150	190	389	8	24,2	19,4	23,3	28,3	—	1005,2
1942	2,5	1,5	44	208	36	51	5,3	37	64	32,1	80	53	614,4
1943	10	—	14	13	24	22	84	32	45	44	19	65	372
1944	—	59	18	54,6	75	79,8	2,1	5,2	74,9	19,4	66,2	35,4	489,6

Días de precipitación en lluvia o nieve

AÑOS	BORJA		AGRAMONTE		VERUELA	
	Lluvia	Nieve	Lluvia	Nieve	Lluvia	Nieve
1933	75	10	51	5		
1934	63					
1935		2	47			
1936	82	1				
1940	70	4				
1941	67	11			76	7
1942	64	8	47	3	68	7
1943	73	1	26		84	
1944			49	8	56	18

Hidrografía

El Moncayo constituye una importante divisoria, repartiendo sus aguas en todas direcciones, como lo demuestra el adjunto croquis.

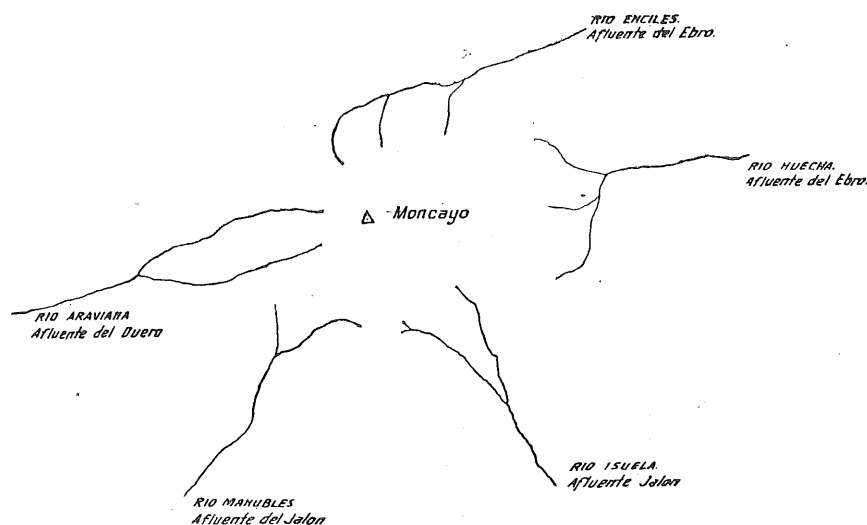
Por el NO. forman sus aguas el río Enciles, afluente del Ebro. Por el Este el Huecha, que también desemboca en el Ebro. Por el Oeste el río Araviana, afluente del Duero. Por el SO. el Manubles, y por el SE. el Isuela, los dos afluentes del Jalón.

La red hidrográfica está formando las cuencas de los ríos Manubles, Araviana, Huecha e Isuela, que tienen sus cabeceras en el Moncayo o en sus es-

tribaciones, dando aguas al Mediterráneo y al Atlántico. Las cuencas dentro de la Hoja son muy reducidas, tanto para el Manubles como para el Araviana. El Huecha, en cambio, drena, él o sus afluentes, la mayor parte de la Hoja.

El río *Manubles* (A-4), se encuentra en el extremo Sudoeste de la Hoja, afluye al Jalón junto a Ateca, nace en las estribaciones meridionales de la Sierra del Tablado, cerca del collado por donde pasa el camino de Purujosa a Boro-bia; tiene aquí un curso de tres kilómetros en dirección a Poniente sin recibir ningún afluente.

El río *Araviana* (A-3) discurre más al Norte. Conduce al Duero los derra-



Esquema del repartimiento de aguas por el Moncayo, en todas direcciones.

mes de la vertiente occidental del Moncayo; tiene dentro de la Hoja un recorrido de unos tres kilómetros; nace un kilómetro al Norte del molino harinero inmediato al kilómetro 30 del camino vecinal de Ciria a Beratón. Su orientación es sensiblemente de NE. a SO. Esta pequeña cuenca está rodeada en todos sentidos por altas cumbres, saliendo por el estrecho de su nombre, entre la Sierra del Madero y del Toranzo.

De los altos de Beratón baja el único afluente que tiene en la Hoja, que constituye el llamado río Viejo (A-3).

El río *Isuela* (A, B-3, 4), tiene una cuenca más extensa; nace en los altos de Beratón, dirigiéndose sensiblemente hacia el Sur en curso tortuoso y abarrancado, para salirse de la Hoja dos kilómetros al Sur de Purujosa, con un recorrido de ocho kilómetros, afluyendo al Jalón entre Morata y Riela.

Afluye por la izquierda, fuera ya de la Hoja, el barranco de Peña Gorda (A, B-4), iniciado en las estribaciones de la Sierra del Tablado. Por la vertiente derecha afluye el barranco de la Virgen (B-4), por detrás de Purujosa, limitando el acantilado en que se asienta la población, y cien metros más abajo se une al Isuela el barranco de Valcongosto (B-3, 4), cuya estrechez es tal que no permite el paso de las caballerías cargadas. Los restantes barrancos de Valdeplata, que bordea la Peña de los Moros, confluye al Isuela más allá de Calceña, agregándosele más al Sur la red de barrancos en el de la Zarza, desembocando en el Isuela más allá de Trasovares.

La cuenca del río *Huecha* (C, D, E-1), es la que presenta mayor extensión superficial, pues recoge todas las aguas de la vertiente oriental del Moncayo, y su recorrido en la Hoja es de unos 22 kilómetros, confluyendo al Ebro cerca de Cortes de Navarra. Desde su nacimiento en las estribaciones meridionales del Moncayo, hasta el paralelo de Bulbiente, tiene una dirección del SO. al NE., y desde la confluencia con el afluente que viene de Vera su dirección es hacia Levante, saliendo de la Hoja junto a Ainzón, cuyo nivel es de unos 410 metros.

Por la izquierda no presenta casi ningún afluente, y en cambio recoge todas las aguas que bajan del Moncayo. Desde el Santuario, y al atardecer, se tiene una visión completa de la red hidrográfica que confluye al Huecha, cuyos cauces son todos sensiblemente paralelos.

Los barrancos del Noroeste del Moncayo, que confluyen en San Martín y los de Lituénigo por la Valluenga, fuera ya de la Hoja, y los barrancos de Yaso, que pasa por Litago, con el de los Huertos, en la parte baja de Trasmoz, siguen hasta el Carrascal, en el extremo de la Valluenga, para juntarse al Huecha a dos kilómetros al Este de Vera.

A medio kilómetro al E. de Vera afluye el barranco del Val al de la Hoya del Almendro, que en su día bautizó el P. Navás con el nombre de Maderuela, y el de la Fuente del Piscal, que bordea el Monasterio de Veruela (C-1).

El arroyo de la Morca (B y C-2), que nace en un amplio circo al SE. del Santuario, confluye al Huecha entre Añón y Alcalá.

El arroyo Morana, al que afluyen varios barrancos que drenan el Sur del Moncayo y sus estribaciones, constituye, desde Añón, el Huecha propiamente dicho. Más allá de Ainzón se juntan al Huecha los barrancos que descenden de los altos de Talamantes y forman el de Valdejunquera y el de Valdemonjes, que pasa por la parte baja de Ambel juntamente al Huecha pasado Bulbiente.

Las vegas de Añón, Alcalá, Bulbiente y Borja aprovechan en la totalidad las aguas de este río, existiendo varias acequias para regadío tanto a la derecha como a la izquierda del Huecha.

Cueva de Maderuela (E-1)

(Fot. 14)

Era conocida ya en el siglo XVIII por los monjes del Cister que poblaban el Monasterio de Veruela, pero después de la expulsión de los monjes en 1835, se perdió la noticia de su existencia, pues Puig y Larraz, en su obra «Cavernas y simas de España», no la cita. Fué luego reconocida en 1872 por los nuevos pobladores del monasterio, y el P. Longinos Navás, además de darle el nombre de Maderuela por el barranco y carrascal inmediato, ha dado una descripción modélica sobre su exploración, de la que trascribimos los conceptos más importantes en su aspecto geológico.

Está situada en el término municipal de Vera, distando de dicho pueblo unos cuatro kilómetros y del de Veruela algo más de dos kilómetros; se encuentra siguiendo actualmente la carretera forestal de Agramonte, hasta encontrar la bifurcación del barranco en que está situada la fuente del Prado, pero a la derecha y a unos 40 metros sobre el nivel del barranco, a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar.

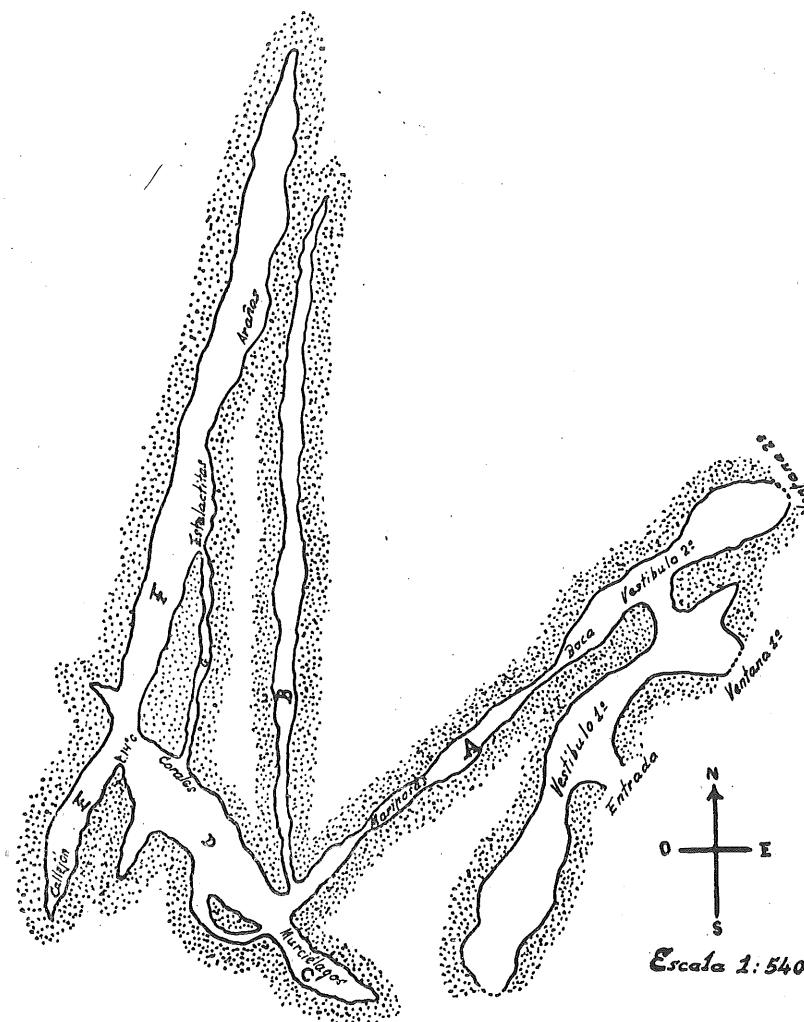
La constitución geológica de la cueva es jurásica y está integrada por bancos calizos bajocienses orientados sensiblemente de Norte a Sur y con buzamiento al Oeste.

En la descripción de la cueva trata primero de la cueva externa y luego de la caverna interior, que es la más interesante. La cueva exterior presenta dos cámaras oblongas muy irregulares, que denomina vestíbulos.

Suelo, paredes y techo del primero, son de caliza compacta. Bien iluminado en su mitad derecha por la puerta y una ventana cerrada en parte artificialmente, se hace oscuro en su mitad izquierda, donde el techo va bajándose hasta el extremo en que penetra escasa luz por un pequeño agujero situado a la altura del suelo y que probablemente fué mayor en remotos tiempos.

Las paredes del segundo vestíbulo presentan guijas o cantos rodados calizos empotrados en un magma calizo-margoso, roca que se continúa en el interior de la caverna, siendo terroso el suelo a causa de los materiales que el agua ha introducido por la ventana segunda, la cual está alta y medio cerrada, así por los arrastres de las aguas como por piedras allí puestas por la mano del hombre.

CAVERNA INTERIOR.—Comienza por un boquete bajo y estrecho, que durante muchos años ha estado obstruido. Abierto el paso imperfectamente, era necesario avanzar arrastrándose por el suelo, por un trecho de dos o tres



Plano de la cueva de Maderuela, según el P. Longinos Navás, S. J.

metros, hasta que al fin, en gracia de los visitantes, se ha quitado mayor número de piedras de la entrada, pudiéndose ahora pasar de pie y libremente.

El canal de entrada, nada holgado en toda su extensión, sufre cerca del final una estrechez, donde con suma dificultad pasa una persona corpulenta, y

ninguna si no es de lado. Sus paredes siguen siendo de la misma composición, presentándose las guijas del tamaño de almendras y hasta de nueces conforme se avanza, a la vez que el magma se ve a veces cavernoso por desaparición de los cantos. Junto con ellos se distinguen algunos fósiles, así moluscos como crinoides.

Aboca el canal a una cavidad o sala que ostenta sus paredes cuajadas de fósiles, especialmente coralarios.

Antes de entrar en ella, a la derecha y junto al suelo, se ve un pequeño agujero, por el cual se puede entrar, si bien a trechos, arrastrándose, por un canal largo y angosto. En sus paredes aparecen pequeñas formaciones estalactíticas cristalinas de carbonato cálcico. Fuera de tales cristales y de alguno que otro fósil, apenas hay cosa en él que merezca el honor de la visita.

Al entrar en la sala o anchurón y formando parte del mismo, se ve a mano izquierda una angostura que va en ascenso rápido, en la que suelen refugiarse algunos murciélagos.

En el extremo opuesto de la antedicha sala y casi perpendicular a ella corre una extensa galería, que a la izquierda termina a poco en un callejón sin salida; más a la derecha se alarga bastante y a trechos se ensancha, ofreciendo el techo, cuando es más bajo, pequeños grupos de estalactitas calizas. En casi toda su extensión aparecen fósiles en las paredes. Las rocas de los dos extremos de esta gran calle son margas arenosas grisáceas, que se presentan en lajas desprovistas de fósiles, mas los hay en el intermedio, donde también se ve arcilla roja plástica.

Esta misma calle comunica con la sala principal por un callejón de difícil paso a causa de su angostura, tanto que hacia su mitad, y a unos 50 cm. del suelo, distan sus paredes sólo doce.

EXTENSIÓN.—Por la extensión que alcanza debe esta cueva colocarse entre las medianas o, por mejor decir, pequeñas. Es un conjunto de corredores que forman una especie de red o de parrillas, de anchura y altura poco diferentes.

Las medidas de longitud de las diferentes ramas son las que a continuación se expresan:

Vestíbulo 1.º	32,90 metros.
Vestíbulo 2.º	20,45 —
Tránsito A (de la boca a la sala)	22,90 —
Canal B	48,60 —
Antro C	0,80 —
Sala D	17,20 —
Callejón E	12,60 —
Galería F....	50,60 —
Pasadizo G	15,10 —

Así resulta que el desarrollo total de la caverna es de 53,35 metros en la región exterior o vestibular, y en la interior de 113,10 metros, recorriendo las galerías o ramas principales y prescindiendo de los pasadizos o corredores laterales y secundarios.

La anchura excede sólo dos o tres veces de cuatro metros, muchas no llega a uno.

La altura media del techo es de unos tres metros, elevándose a seis y más en el sitio en que la galería F se une a la sala D de los corales, y bajando mucho así en el canal B como en el pasadizo G.

TEMPERATURA.—Las observaciones termométricas en dos épocas extremas del año son: el 27 y 28 de diciembre de 1899 y el 22 de julio de 1900. De ambas observaciones resulta ser de 14º C. la temperatura media de la caverna.

Para mayor certidumbre, y por lo que puedan interesar estos datos, se debe consignar que la temperatura del ambiente exterior a la caverna era el 27 de diciembre, a las tres de la tarde, de 7º,5 C. y de 8º,5 el día 28 a las once de la mañana. El día 27 marcaba el termómetro en la sala de los corales D, el sitio más bajo de la cueva, 13º,2 y el 28 en el extremo último de la galería F, que es también el más alto de la caverna y el más apartado de la entrada, el termómetro se estacionaba en 14º,5 C. El día 22 de julio la temperatura exterior a las cuatro de la tarde era de 28º C., al par que en el ángulo central de la caverna, o sea al terminar la sala de los corales D, el termómetro acusaba 14º C., invariablemente.

HIPÓTESIS SOBRE SU FORMACIÓN U ORIGEN.—Quien en la caverna entra sin ninguna prevención o juicio formado y se fija en los materiales de las paredes, observando que las pequeñas guijas de la entrada van engrosándose a medida que se avanza por el tránsito A, alternando a la vez con fósiles, hasta que éstos predominan totalmente en la sala D o de los corales, fácilmente se cree trasladado a la orilla de un mar que ha quedado seco e imagínase que va descendiendo por la playa hasta la región donde crecen los corales. Parece-

nos estar presenciando un trozo de las riberas del mar jurásico, tal como estaban en los tiempos en que eran bañadas por las olas; se ven los corales y diferentes moluscos fósiles, que entre ellos vivían, en el mismo sitio que tenían cuando estaban vivos, en los mares del período secundario. Una diferencia hay, y es que el suelo es ahora vertical o poco menos, en vez de hallarse horizontal o suavemente inclinado, como era en lo antiguo. Disposición es esta que ayuda a formular la hipótesis precisa de la formación u origen de la caverna de Maderuela: conviene a saber que fué debida a un pliegue del terreno, merced al cual el suelo se dobló como las hojas de un libro.

Contribuye a sostener esta hipótesis el ver la grieta que se continúa a lo largo del techo de la caverna, precisamente como si se tratara de dos hojas que se juntan o aplican en la región superior.

X

MINERÍA, MINERALOGÍA Y MATERIALES ÚTILES

En la actualidad no existen trabajos mineros en el territorio de la Hoja. Antiguamente, en el término de Añón, hubo en explotación unas minas de hierro, cuyo mineral se beneficiaba en las ferrerías próximas a las minas, de las que hoy se ven las ruinas y los escoriales.

Oligisto

En el macizo del Moncayo, y especialmente en la vertiente aragonesa, se encuentran acompañando las cuarcitas varios pequeños filones de oligisto; alguno de ellos ha sido objeto de explotación.

En las Rocas Meleras (B-2), a unos 1.520 metros y a un kilómetro escaso por debajo del Santuario, existen dos socavones en dirección al O. y atravesando unos bancos de cuarcita; hay una grieta muy profunda al NO. y que pasa por debajo de las galerías. Unos 20 metros más abajo existe otra galería de unos 50 metros, con ramificaciones, y una de ellas da con la grieta-falla; esta galería está actualmente anegada y no es posible reconocer el mineral; en los socavones superiores se observa la mineralización en dirección Sur. Estas galerías se abrieron en 1903.

Los grandes bloques que forman las Rocas Meleras están constituidos por conglomerados del mismo estilo que el Cucharón.

En las inmediaciones de la Mata de Trasmoz se encuentra, junto al camino

forestal, otro socavón con la misma orientación que el anterior, pero mucho más pobre en mineral, también de hierro.

En la zona de Agramonte, en la vertiente de Castilla, próximo al camino de Aldehuela de Agreda y a unos 100 metros por encima del barranco de Agramonte, existe un crestón cuarzoso con oligisto micáceo, cuya potencia es de unos tres metros, y la masa mineralizada tiene unos 30 centímetros; la dirección es de NO.-SE., y aflora también al otro lado del barranco de Agramonte, dentro de Aragón. A este afloramiento se le llama Filón Negrilla, y no ha sido nunca objeto de explotación.

Por las fisuras que acostumbran presentar las areniscas rojas lustrosas del Triásico se encuentra, en todo el macizo del Moncayo, oligisto especular y comúnmente micáceo; por su amplia difusión no ha sido nunca objeto de explotación, pues pocas veces sobrepasa el espesor de dos milímetros. En los barrancos del Norte de Purujosa, emplazados en el Trías inferior, abundan los oligistos micáceos, lo mismo que en el camino de los Castillos.

Hematites

Se presenta con preferencia en el Triásico en la parte superior de las areniscas rojas, habiendo sido objeto de explotación en la Torre del término de Ambel. En el confín occidental de la Hoja, y en el término de Beratón, se han demarcado unas pertenencias de hierro, que probablemente era el mineral que se forjaba en Añón y era transportado en mulos hacia 1823.

Junto a Beratón se benefició también una mina de hierro, hoy abandonada.

Hematites en forma escoriácea o concrecionada la hemos reconocido en numerosos parajes: a un kilómetro de la ermita de Santa Bárbara (E-4), en Tabuenca, sobre el camino de la Cantera, así como en la parte alta del barranco de Huechaseca; en las proximidades del índice Altirón (B-1), entre Añón y Litago, en unos canturrales junto al depósito cuaternario de la base del Moncayo, más relacionado aquí con el Jurásico que con el Trías inferior; junto al Paleozoico se encuentra también la hematites concrecionada subiendo al collado del camino de Purujosa a Borobia.

Pirita

El sulfuro de hierro en forma cúbica podemos decir que es uno de los elementos que caracteriza al Jurásico aragonés, por lo menos a partir del Toarciense superior. Los cristales son de tamaño variable, empotrados en las masas calizas o margosas, ya simples ya maclados, con la superficie externa más o menos oscura por alteración.

Las capas jurásicas en general presentan, dice Pedro Palacios, diseminados en su masa numerosos *cristales de pirita de hierro*, cuya circunstancia parece ser un carácter distintivo del sistema jurásico, como lo son los aragonitos y jacintos de compostela del tramo salífero del Trías en algunos puntos del centro de España.

Donayre ya citó la presencia de cubos de pirita en las calizas jurásicas de Zaragoza. La abundancia de pirita es tal en algunas capas que la roca se halla completamente cuajada de ellos. Casi siempre se encuentran aislados y alguna vez agrupados con bastante regularidad alrededor de un núcleo fibroso radiado. El tamaño llega hasta 12 cm.; las formas son el cubo y el dodecaedro pentagonal y otros derivados, hasta 10.

En cada horizonte de la formación donde hay piritas no se encuentra más que una sola de dichas formas, con exclusión absoluta de todas las demás, hecho que revela desde luego cierta relación entre cada forma cristalina y la naturaleza o más bien la textura de la roca que sirve de matriz.

La forma cúbica se desarrolla en las calizas oscuras y sobre todo en las arcillas y areniscas cloríticas de grano fino. Las piritas dodecaédricas, modificadas por las caras del cubo, se encuentran en las areniscas groseras. Los dodecaedros pentagonales pequeños en las calizas con lajas. Formas compuestas con modificaciones cúbicas, octaédricas, dodecaédricas, en capas margosas. El grado de alteración está en relación con la permeabilidad de la roca. En arcillas y areniscas arcillosas se conservan inalterados con superficie brillante y color amarillo. En las calizas aparecen ligeramente empañados con una tenue cutícula de óxido. En las areniscas groseras la oxidación llega a ser completa.

El perfecto estado de conservación de aristas y ángulos indica que se han formado en el seno mismo de las rocas en virtud de acciones moleculares desarrolladas durante el período de su consolidación.

Las piritas resultan de la desoxidación del sulfato por las sustancias orgánicas. Es creíble que a la cuenca en que tuvo lugar la sedimentación de tales depósitos jurásicos, afluyeran manantiales ferruginosos que aportaran el hierro en estado de sulfato; las materias orgánicas procedentes de la descomposición de los vegetales o animales que vivían en aquellas aguas o fueran arrastrados a ellas, suministraron el elemento reductivo. La sal metálica pudo proceder de la oxidación de masas o filones de pirita preexistentes en terrenos más antiguos, y en cuanto a las sustancias reductivas no pueden dejar duda de su existencia las materias carbonosas que impregnan los lechos de margas y arcillas en los diferentes niveles del sistema y aun algunas calizas de la base.

Las calizas son las que parecen haber favorecido menos la concentración de pirita, pues los cristales que en ella se encuentran son menos numerosos y más pequeños que en las demás rocas. La coloración azul, más o menos intensa, debe proceder de la pirita que contiene en diseminada.

En la carretera de Talamantes, sobre el kilómetro 10, pasado el puente, en las capas margoso-azuladas, pueden recogerse en gran cantidad; en ellas hemos recogido también restos de cefalópodos atribuibles a *Hildoceras*.

En el camino que de Veruela baja a Litago son igualmente abundantes en unos tramos margosos claros. En estas mismas condiciones, en el cauce del Quiles, en la hoja inmediata y por debajo de los conglomerados miocenos en el término de los Fayos, en el confín provincial, donde afloran las margas azuladas, se presentan igualmente los cubos de pirita, así como en Aldehuela, camino ya de la cueva, donde estos materiales están estrujados contra la mole del Moncayo, y que pudieran más bien considerarse como calizas devonianas, que en otras regiones presentan asimismo cubos de pirita, como en Gavá (Barcelona).

Como elementos ferruginosos podemos citar aún la presencia de nódulos, en parte limonitizados, que se encuentran en los tramos pizarrosos del camino de Tabuenca a Ambel, en las proximidades de los Cocones (D-3); algunos de estos nódulos llegan a tener hasta cuatro centímetros de diámetro; en otras regiones estos nódulos son piritosos y frecuentes en el Siluriano superior, como en Peramea (Lérida), que sobrepasan los 30 centímetros de diámetro.

Cuarzo

Después de los minerales de hierro es uno de los elementos más difundido en la mole del Moncayo, presentándose comúnmente en filones de mayor o menor grosor, y con frecuencia acompañado de oligisto; excepcionalmente se encuentra alguna que otra geoda con individuos hialinos, pero lo más corriente es en masa de aspecto lechoso, dentro de las formaciones carboníferas.

El sílex es también frecuente en los sedimentos miocenos, como en Borja mismo (E-1), en el camino que sube al castillo, y corresponde a un nivel superior que no se desarrolla en los restantes depósitos de la Hoja.

En las formaciones del Triásico inferior son también abundantes los filones cuarcíferos, siendo notables los que se encuentran a lo largo del barranco inmediato a los Castillos de Herrera. En las calizas del nivel medio no escasean las ágatas, que también caracterizan el Muschelkalk de otras regiones, como en Capsanes (Tarragona).

Yeso y arcilla

Se ha citado de varias localidades de la Hoja, como Vera y Alcalá, entre otras; en las formaciones miocenas del Norte de la Hoja hay explotaciones, pero no entran en el perímetro de la Hoja de Tabuenca y corresponden al término de Vera. No creemos en la existencia del yeso en el término de Alcalá, dada la presencia únicamente del Jurásico marino.

Las formaciones de tipo lagunar que caracterizan el Triásico superior, se prestan en cambio a que se encuentren en ellas depósitos de yeso, pero con escaso espesor en nuestra zona, lo que contrasta con los potentes bancos de yeso en Trasovares, en la hoja inmediata de Illueca. En las presentes investigaciones sólo hemos reconocido un pequeño depósito junto a la Peña de las Almas (E-4), al O. de Tabuenca, y que se explota para las necesidades locales.

En el término de Borja (E-1), a unos dos kilómetros de la población, están en explotación tres canteras de yeso, con sus instalaciones de hornos y mollienda. También hay tres canteras de arcilla, con sus instalaciones de hornos para la fabricación de ladrillo y teja (fot. 4).

Baritina

Es uno de los minerales que frecuentemente se presenta en los depósitos triásicos inferiores de otras regiones, como en La Peña-Poblet (Tarragona), en El Soy-Sant Sebastiá (Lérida). Sólo hemos podido reconocer una pequeña masa en el Triásico que atraviesa el camino de Beratón a Borobia, con textura más bien granular que especular. Se ha citado también dentro de la Hoja en el Triásico inferior de la Peña de las Almas, al O. de Tabuenca (E-4).

Aragonito

Este mineral, característico del Triásico superior en España, como indica P. Palacios, se ha citado su presencia en Alcalá de Moncayo (C-2) y en forma prismática; dado que las formaciones allí existentes pertenecen al Jurásico marino, no creemos su presencia en dicha localidad.

Dolomita

Existe este carbonato doble en varias localidades de la Hoja, ya que constituye un nivel constante en el Triásico superior. Por su grande extensión superficial debemos citar aquí la masa que cruza la carretera entre Beratón y la Cueva, en el Km. 29, y que se continúa hacia Borobia en la cuenca alta del Araviana.

Gravillas

En el barranco del Palomar, próximo a la Peña Negra, del término de Ambel (D-2), existe una explotación de gravillas y arenas calcáreas procedentes de los derrubios del Muschelkalk inmediato, que simplemente cribadas se utilizan actualmente por la Jefatura de Obras Públicas para el afirmado de las carreteras de los alrededores de Borja.

Calizas

Se emplean principalmente las correspondientes al Jurásico para las construcciones rurales, pues las antiguas edificaciones, como Veruela, emplearon casi exclusivamente los elementos areniscosos terciarios, incluso con yeso, y sobre los mismos puede, en parte, verse la acción atmosférica, tanto del viento como la humedad; uno de los portalones del antiguo cenobio está construido con estos materiales.

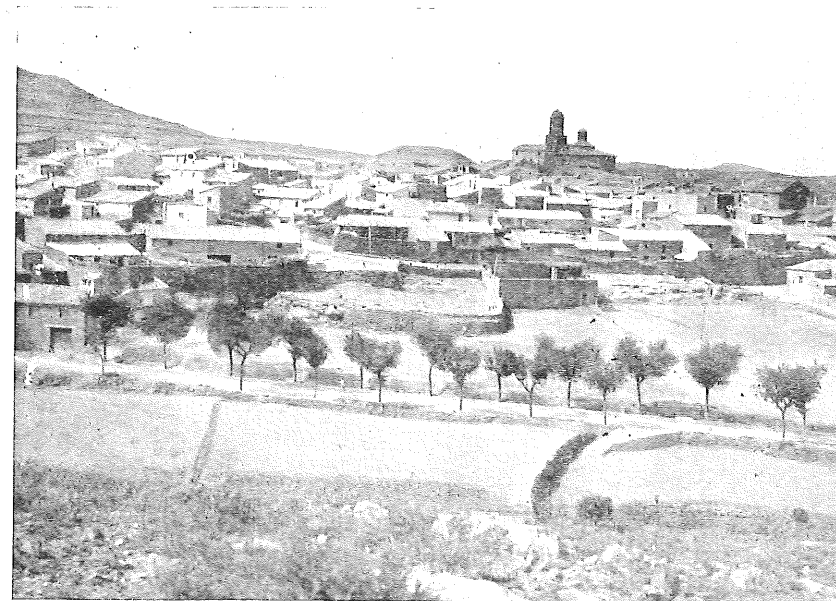
Hoy en día tienen más aprecio las calizas margosas jurásicas, como las empleadas en la nueva iglesia de San Martín de Moncayo, existiendo algunas canteras en Litago.

Lignito

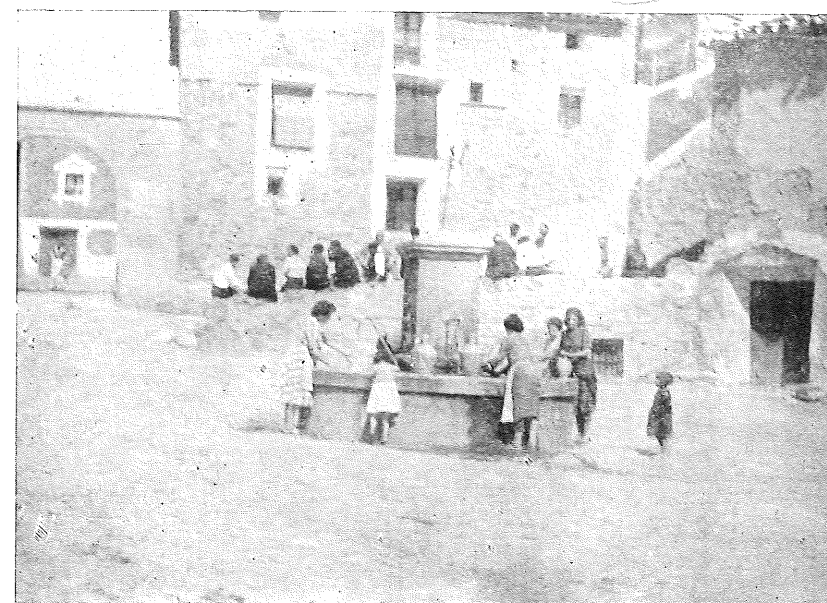
Actualmente, en el término de Borja, a unos seis kilómetros de la población, próximo a un santuario, en una finca de D. Lorenzo Sancho, en la que se está perforando un pozo para alumbramiento de agua, a los 18 metros de profundidad, se ha cortado una capa de lignito, de la que se han extraído unos 300 kilos. Parece ser, según los análisis que han hecho, que este lignito es de mala calidad por su elevado porcentaje en cenizas, y como el hallazgo es muy reciente no han hecho ningún trabajo de investigación para poder determinar su importancia. El sitio en donde está enclavado este trabajo cae fuera de la Hoja, muy próximo a su extremo NE.

RELACIÓN DE LAS CONCESIONES MINERAS Y PERMISOS DE INVESTIGACIÓN COMPRENDIDOS
EN EL TERRITORIO DE LA HOJA

Número del expediente	Nombre de la mina	Superficie Hectáreas	Término municipal	Parajes	Clase del mineral	Interesado	Observaciones
2021	Sofía	20	Añón-Litago y Trasmoz (B, C-1)	Solana de Morana	Hierro	Félix Chueca	Permiso de investigación.
2050	Sara	20	Añón (D-2)	Idem	Idem	Santiago Sánchez.	Idem.
2059	Mediano	20	Tabuenea y otros (E-4)	Monte Mediano	Cobre	Conductores Eléctricos Marcadé, S. A.	Idem.



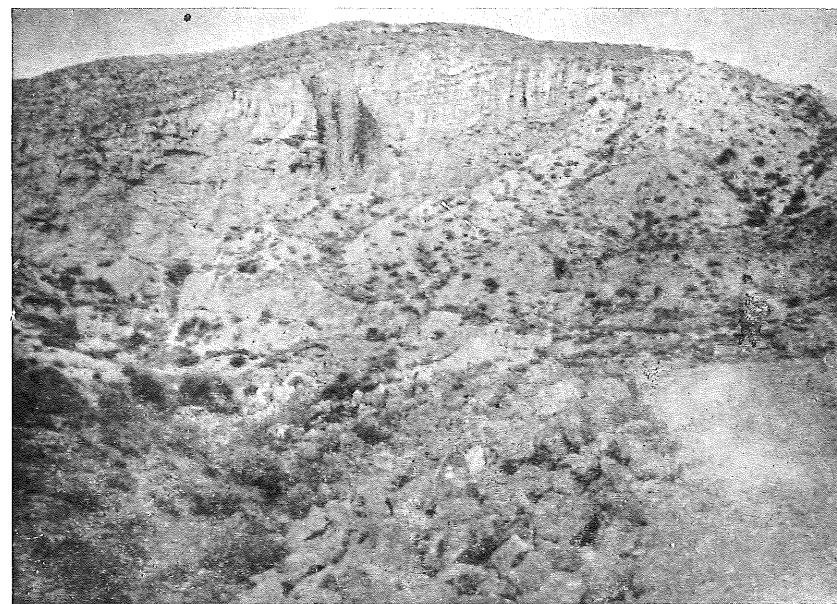
Fot. 1.—Tabuenca.



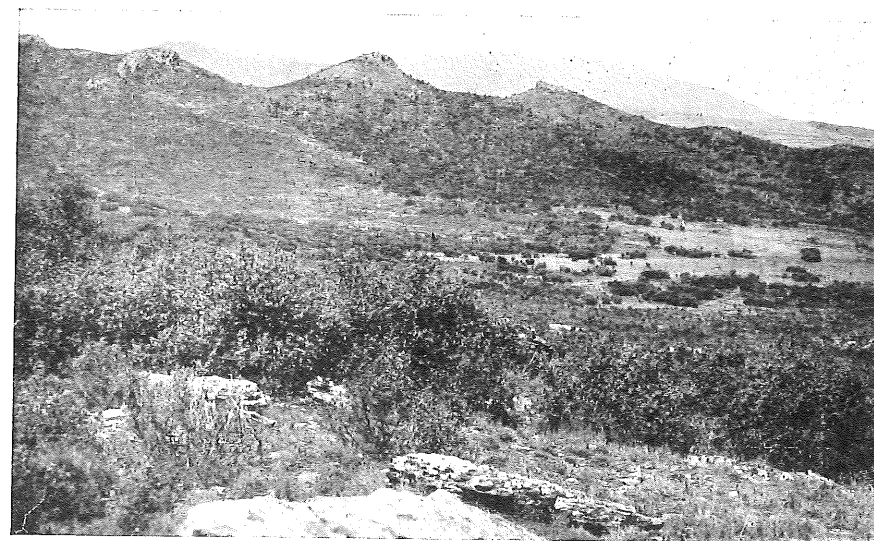
Fot. 2.—Fuente de Tabuenca.



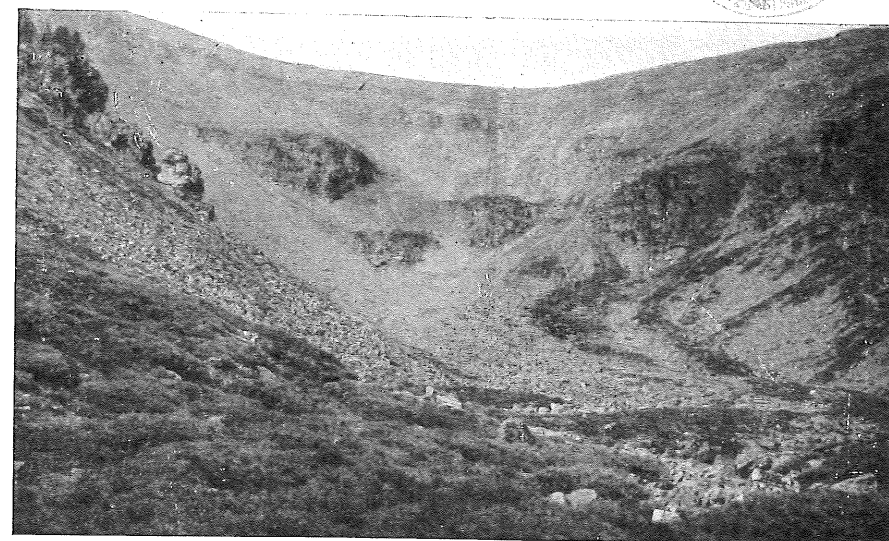
Fot. 3.—Llanura del Triásico inferior de Tabuena. Los montes que cierran el horizonte pertenecen al Siluriano.



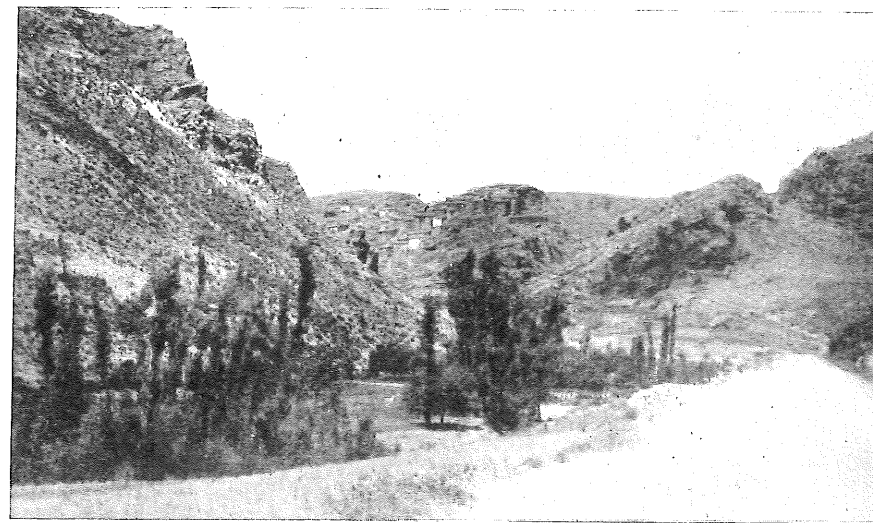
Fot. 4.—Canteras de yeso en el término de Borja.



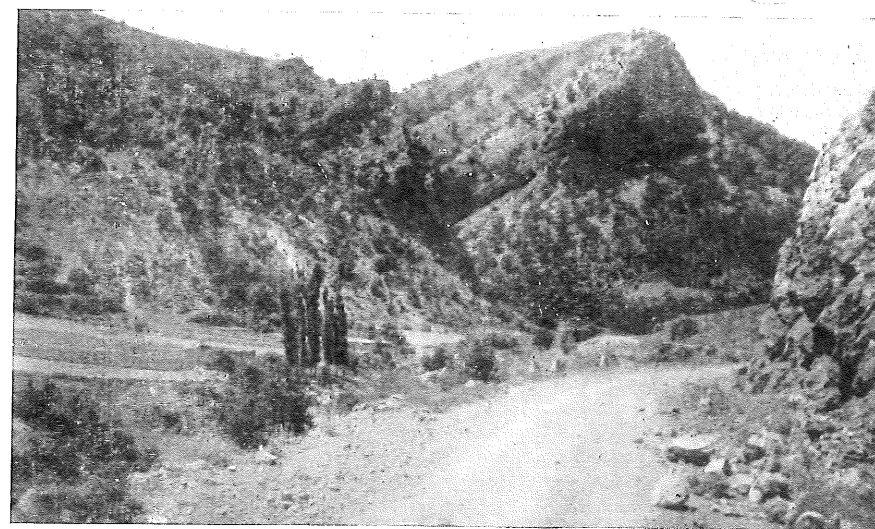
Fot. 5.—Crestones jurásicos en el camino de Talamantes a Tabuenca.



Fot. 6.—Hoya de San Miguel. Circo glacial durante el Cuaternario.



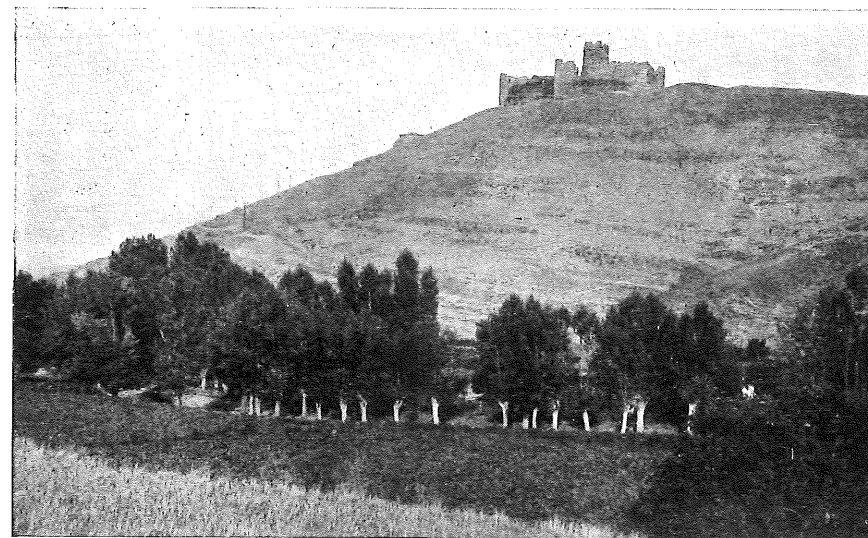
Fot. 7.—Purujosa. Calizas dolomíticas del Muschelkalk en la parte izquierda, que se continúan más al Sur.



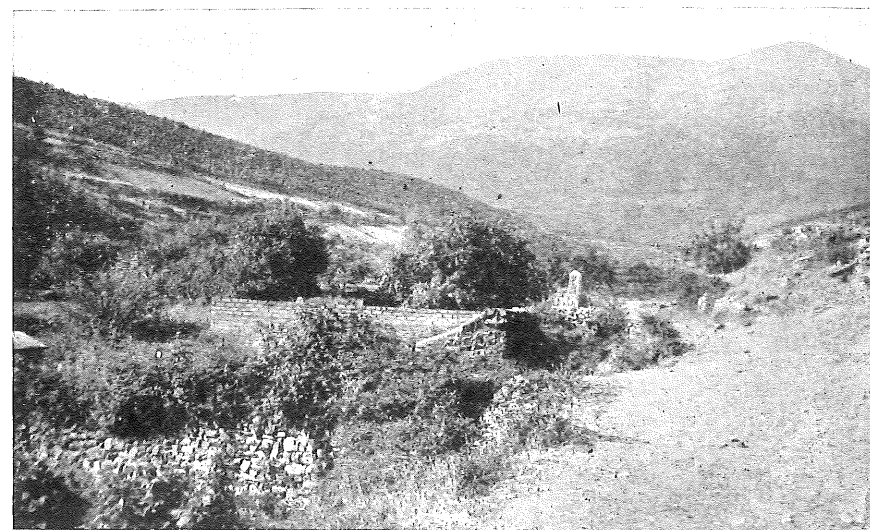
Fot. 8.—Purujosa. Conglomerado calizo del Liásico, en el fondo cortado por el barranco de Valcongosto.



Fot. 9.—La Peña de las Almas, desde el afloramiento de los Coscones, en Tabuena.



Fot. 10.—El Jurásico calcáreo de Trasmoz, desde el camino de Litago; en su cumbre se asienta el antiguo castillo, hoy en ruinas.



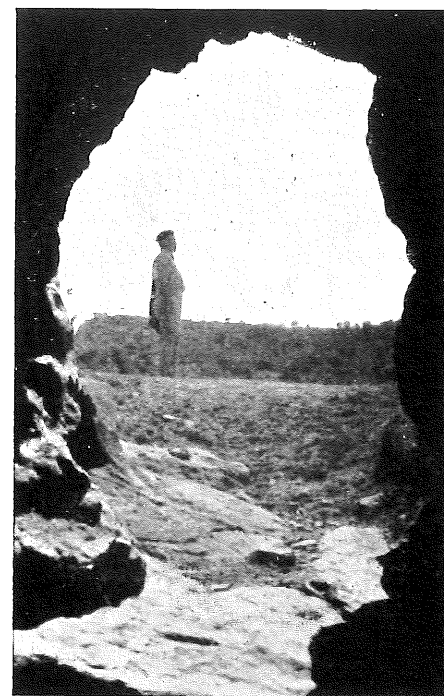
Fot. 11.—Vista del Moncayo, desde las inmediaciones de San Martín.



Fot. 12.—Vista parcial del Moncayo, desde San Martín.

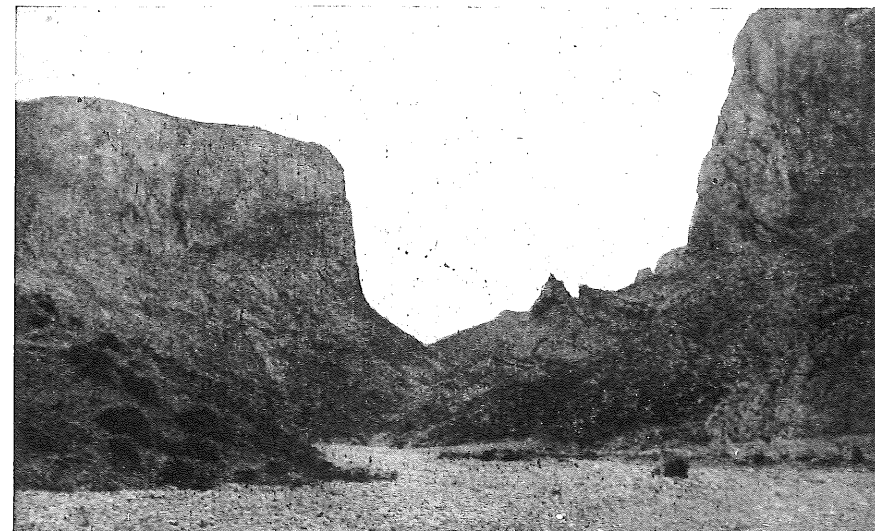


Fot. 13.—Las cuarcitas silurianas de las cumbres de la Sierra del Tablado (Soria)



Fot. 14.—Boquete de la entrada de la cueva de Maderuela.

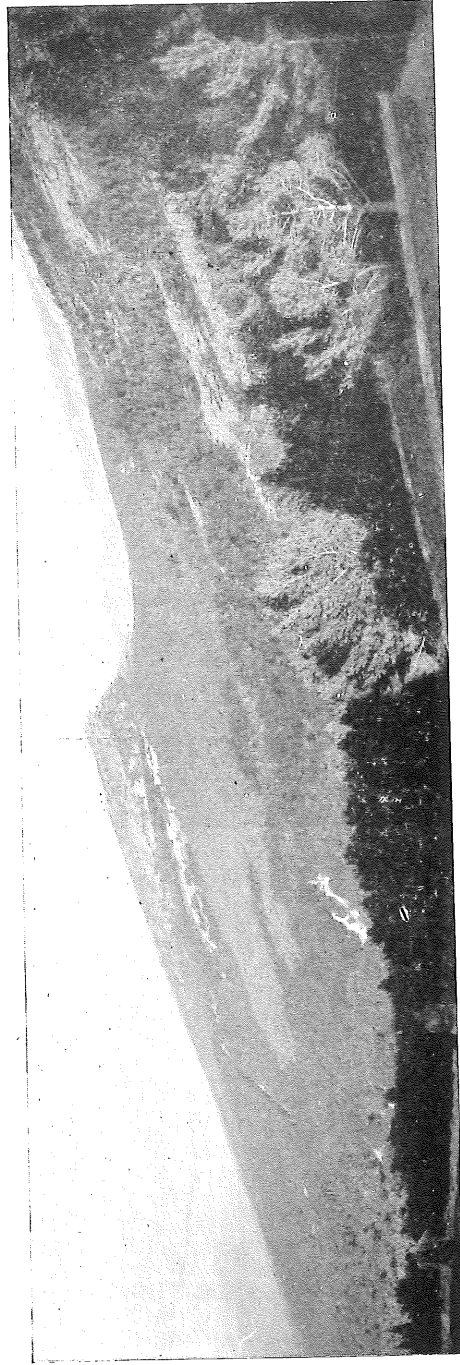




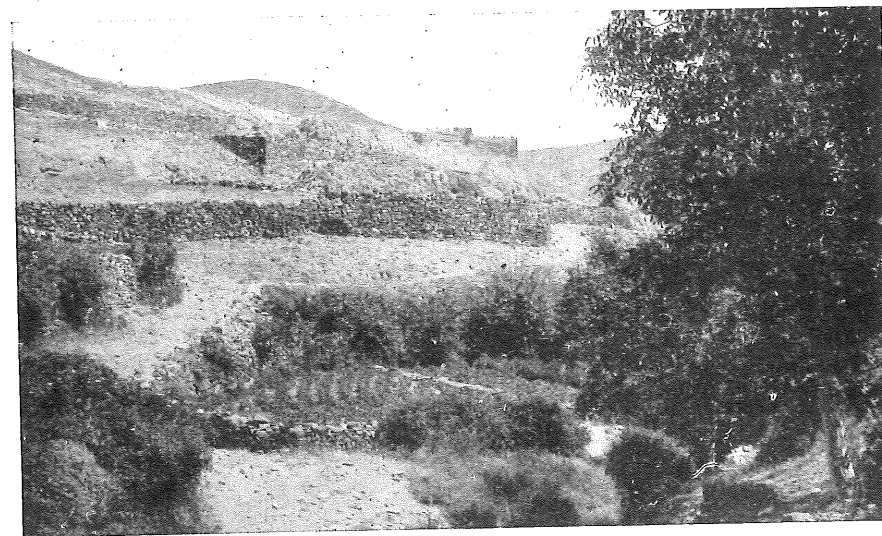
Fot. 15.—Paredones labrados por la erosión en los materiales liásicos, en el barranco de Valdeplata.



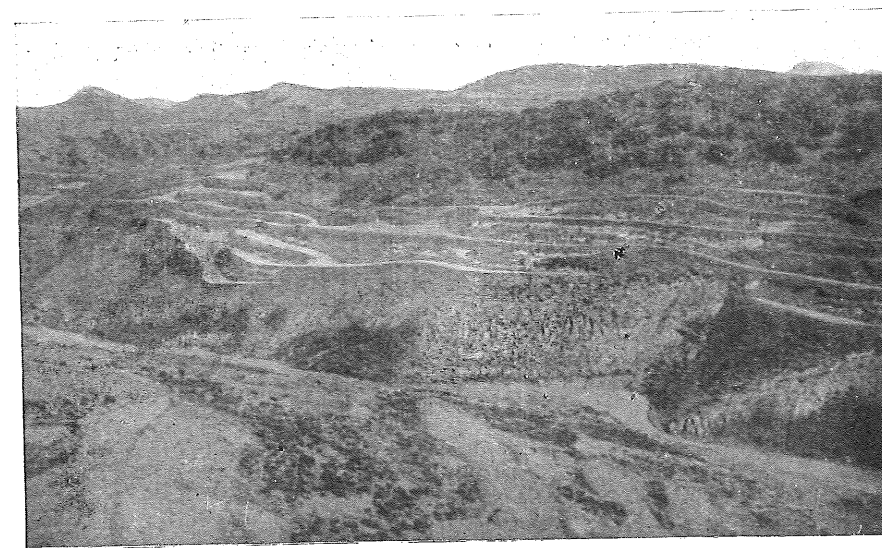
Fot. 16.—El frondoso hayedo de las estribaciones aragonesas del Moncayo, en Agramonte.



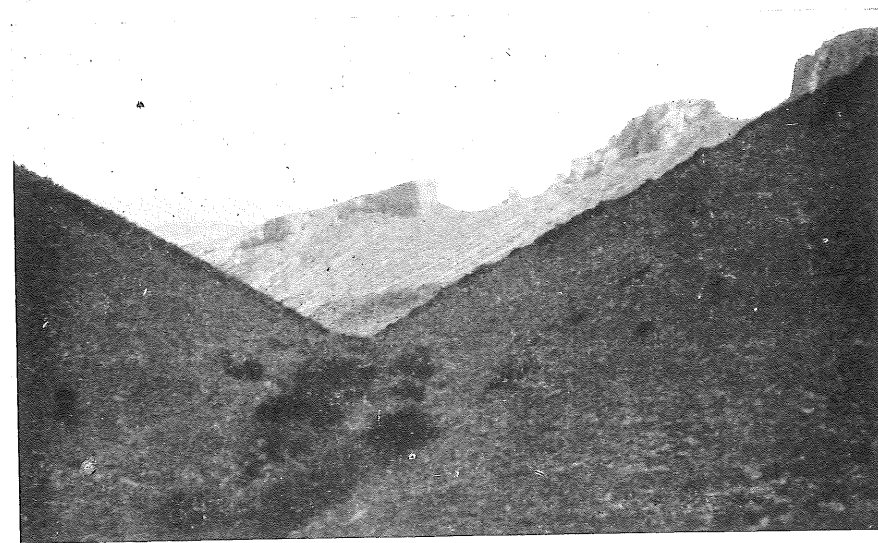
Fot. 17. — Vista panorámica desde el Santuario del Moncayo. Al fondo y en la llanura las formaciones secundarias y terciarias; la zona montañosa el Paleozoico de la Mata de Trasmoz, con la rotura de la vertiente del Morca, donde están emplazados los aprovechamientos hidráulicos.



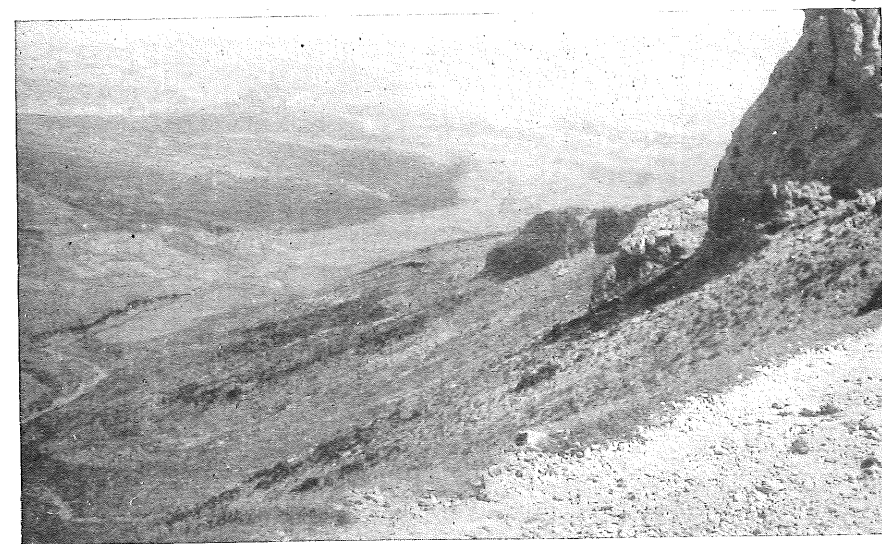
Fot. 18.—Las areniscas rojas de Talamantes, junto al pueblo.



Fot. 19.—El Jurásico de Talamantes, en dirección a Tabuenca. El bloque saliente en la parte derecha es la Peña de las Almas, que corresponde al Liásico.



Fot. 20.—Los Castillos de Herrera, desde las areniscas rojas próximas al Morrón



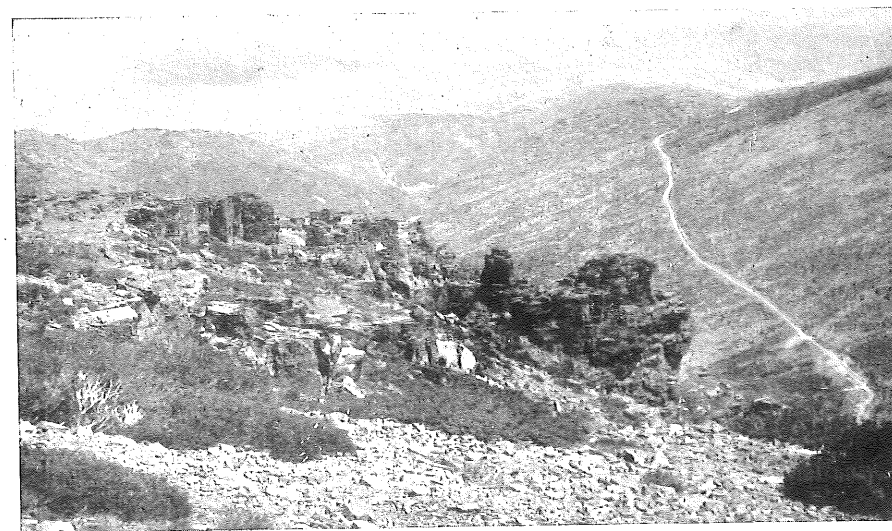
Fot. 21.—Valle del Huecha, en Añón, desde los Castillos de Herrera (Talamantes).



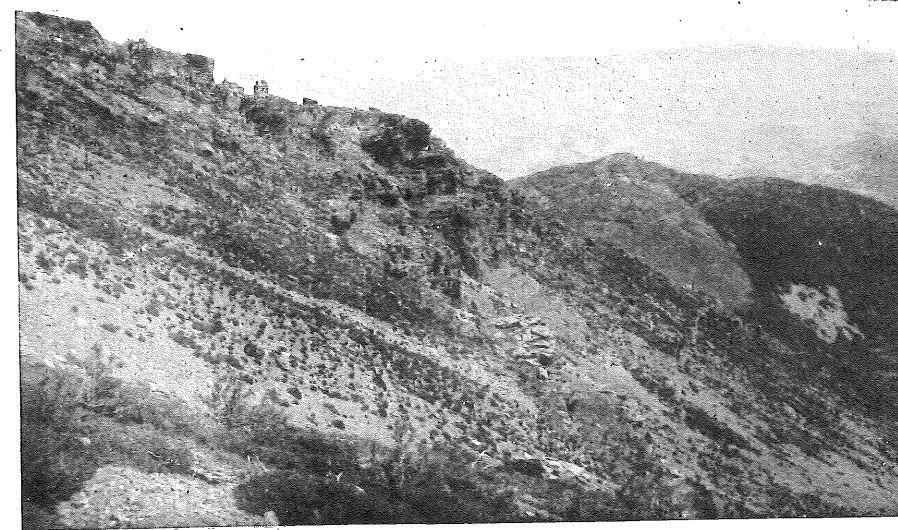
Fot. 22.—Areniscas carboníferas del Cucharón (Moncayo).



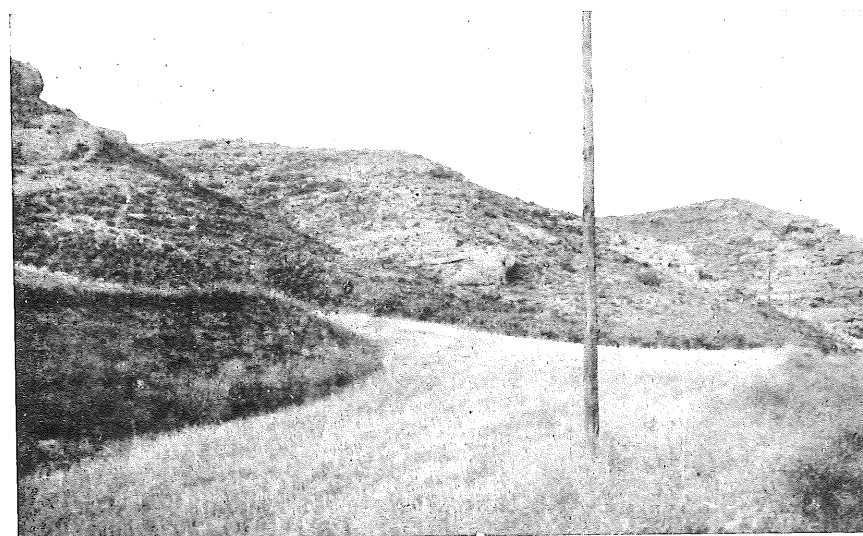
Fot. 23.—Las Rocas Meleras, a unos 200 metros por debajo del Santuario del Moncayo, de la misma constitución del Cucharón.



Fot. 24.—Vertiente izquierda del circo de la Morca, con el canal colector de las aguas del salto.



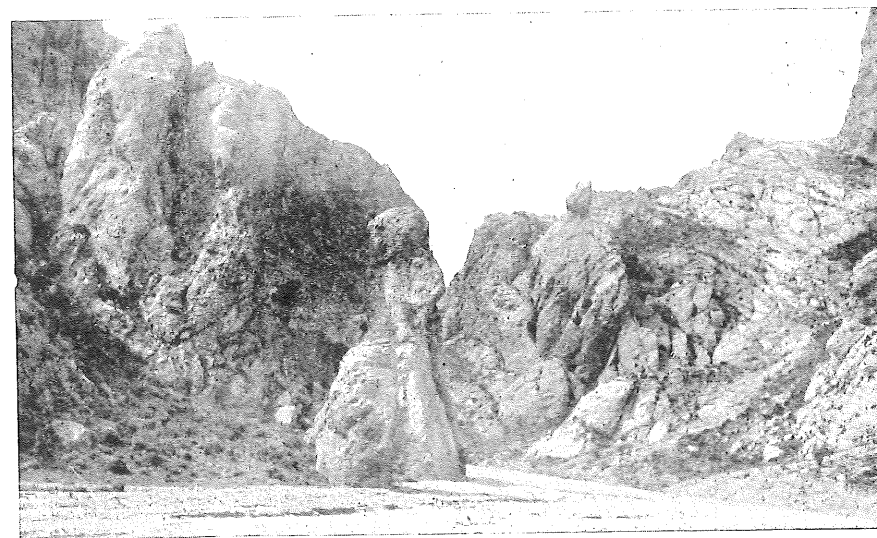
Fot. 25.—Crestones cuarcíticos en el circo de la Morca y, en segundo término, la Mata de Trasmoz.



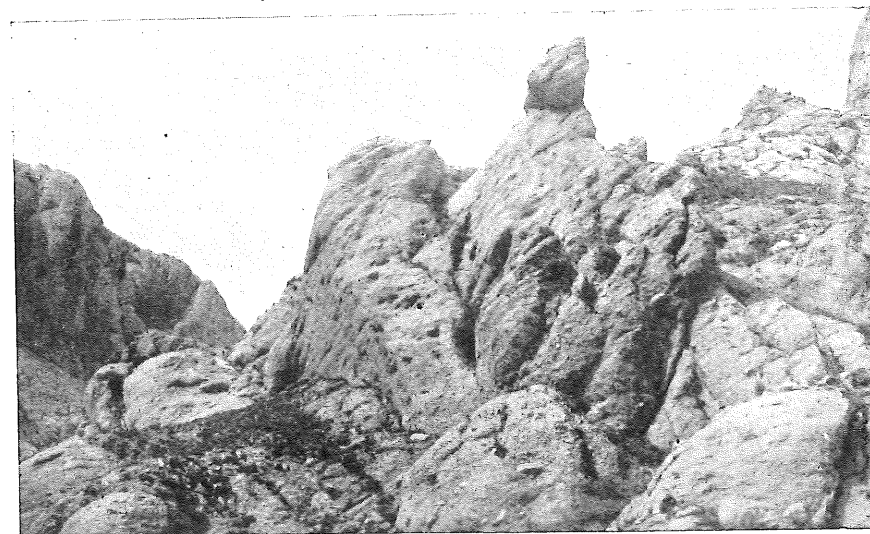
Fot. 26.—Borde de conglomerados miocenos en la carretera de Gallur a Agreda, junto al cauce del Huecha, en el término de Bulbunte.



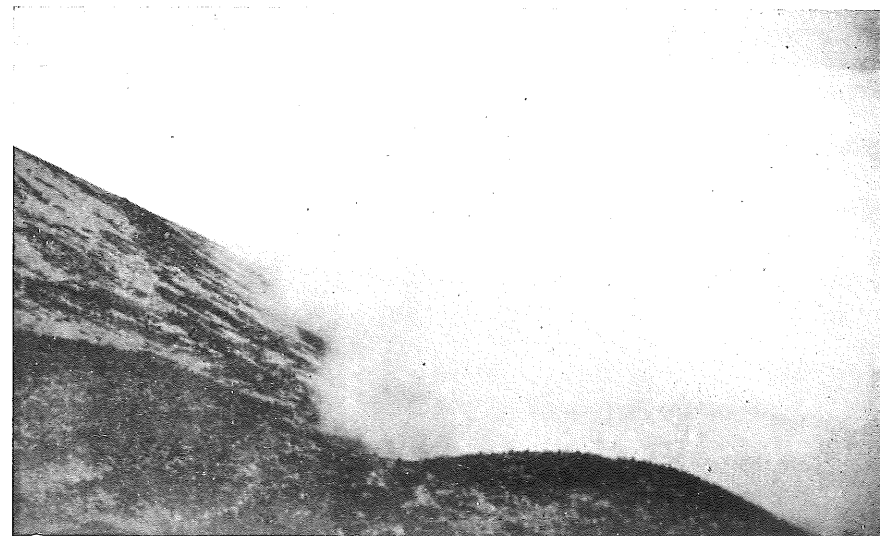
Fot. 27.—La fuerza impetuosa del viento no permite el desarrollo del ramaje en la dirección frente al viento.



Fot. 28.—Liásico detrítico de Valdeplata, del término de Calcena.



Fot. 29.—Formas erosivas del Liásico junto a la Peña de los Moros, en el barranco de Valdeplata (Calcena).



Fot. 30.—La niebla que cubre las laderas orientales del Moncayo.



Fot. 31.—Salida del manantial vaclusiano en las calizas jurásicas de Añón.



Fot. 32.—Liásico de la Peña de los Moros, desde el barranco de Valdeplata (Calcena).



Fot. 33.—Uno de los Castillos de Herrera, formado por calizas detríticas liásicas, desde el camino de Talamantes.



Fot. 34.—Fuente de San Gaudioso, inmediata al Santuario del Moncayo, arreglada recientemente por el Servicio Forestal.



Fot. 35.—Borja. Una de las fuentes monumentales del servicio público.