



IGME

307

12-13

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA


E. 1:50.000

FERRERAS DE ABAJO

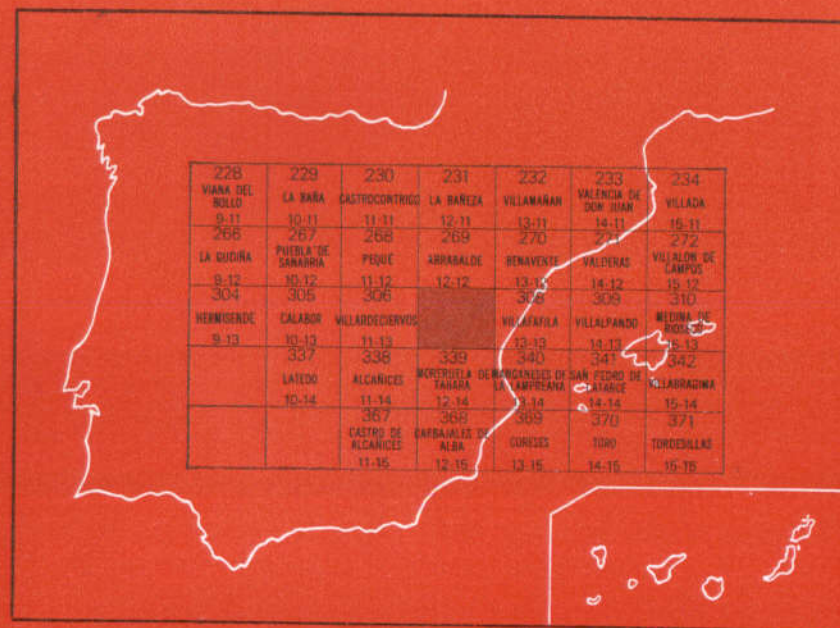
Segunda serie - Primera edición

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3

I.S.S.N. 0373-2096

 SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

412



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

FERRERAS DE ABAJO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La confección de la presente Hoja y Memoria han corrido a cargo de IBERGESA bajo normas, dirección y supervisión del IGME. Han intervenido en su ejecución los siguientes técnicos superiores.

En *Cartografía y Memoria*: Nuño, C.; Monteserín, V.; Arce, M., y Fernández Pompa, F.

En *Petrografía y su redacción*: López García, M. J.

En *Sedimentología*: Cabra Gil, P., y Alcalde Oñate, A.

En *Macropaleontología*: Fonolla Ocete.

En *Geología económica*: Mena Inglés, J. M., y Maura Amunátegui, C.

Asesoramiento: Dr. Martínez García, E.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle, con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 3603 - 1982

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

INTRODUCCION

La presente Hoja de Ferreras de Abajo (Micereces de Tera) forma parte del macizo Hespérico, incluyéndose dentro de la zona galaico-castellana de LOTZE (1945) o en la IV de MATTE (1968), denominada Galicia Media-Tras os Montes; y más concretamente en el anticlinal del «Ollo de Sapo», formación que aflora desde la Sanabria hasta la isla Coelleira (NO de Vivero) en pleno litoral cantábrico. La mitad septentrional de la Hoja corresponde al borde occidental de la cuenca terciaria del Duero.

La serie estratigráfica está definida por la correspondiente al dominio «Ollo de Sapo», caracterizándose en definitiva por el «Ollo de Sapo s.s.», un Ordovícico Inferior de pizarras y cuarcitas, un Ordovícico Medio-Superior incompleto de pizarras y areniscas cuarcíticas y un Silúrico extenso de variadas y complejas litologías, estando ausente o no probado la presencia del resto del Paleozoico. Respecto a la tectónica imperante cabe decir que está afectada por estructuras de plegamiento claramente hercínicas arrumbadas según dirección NO-SE, dirección que hacia el Noroeste de la zona considerada sufre inflexión, mostrando entonces direcciones submeridianas.

La Hoja en concreto se sitúa en el flanco sur del anticlinal «Ollo de Sapo».

1 ESTRATIGRAFIA

Aparece parcialmente representada la serie tipo del dominio «Ollo de Sapo», incluyéndose dicha formación hasta el Ordovícico Medio-Superior, representándose por otra parte gran profusión de terrenos modernos pertenecientes a la cuenca del Duero.

1.1 **PRECAMBRICO-CAMBRICO. FACIES DEL «OLLO DE SAPO» DE MEGACRISTALES (PC-CA)**

Al igual que en Hojas colindantes, Arrabalde y Peque p. ej., la mayor parte de los afloramientos del «Ollo de Sapo» s.l. pertenecen a la facies de megacrístales, si bien existen otras (finas y medias) presentes pero siempre en pequeñas proporciones, no cartografiables a escala 1:50.000 y siempre en los bordes de los afloramientos en el paso o tránsito a las secuencias claramente ordovícicas, en donde se suelen desarrollar extensos coluviones y mantos detríticos superficiales recientes, emanados directamente de los materiales cuarcíticos, que enmascaran a aquellos. En estas facies, de características texturales más heterogéneas y localizadas preferentemente en las proximidades de Otero de Bodas en la falda meridional de El Tamboril, se presentan débiles intercalaciones pizarrosas y cuarcíticas de color gris a verdoso, a veces con glándulas de cuarzo que oscilan entre tamaños de 1 a 3 mm.

La mayor extensión cartográfica de «Ollo de Sapo» de megacrístales está ubicada al NO de la Hoja, en la esquina noroccidental, entre Otero de Bodas y Vega de Tera, apareciendo sus afloramientos completamente arrasados y recubiertos por arenas y arcillas terciarias o bien por las terrazas del río Tera, caso que se verifica en las proximidades de Micereces de Tera. Los afloramientos designan una superficie de arrasamiento generalizada próxima a los 800 ± 20 m., siendo muy frecuente la presencia de eluviones procedentes de su propia alteración «in situ», que hace difícil la observación directa y continuada de las rocas, por otra parte continua en los barrancos.

La característica principal del «Ollo de Sapo» es la de presentarse según morfologías en berrocal o bien en lajas con fractura astillosa debida a la persistencia del plano de esquistosidad. En general están muy alterados, salvo en los cortes recientes, pues incluso en canteras antiguas se aprecia un avanzado estado de destrucción. Macroscópicamente se trata de rocas de aspecto porfiroide, bastantes homogéneas en líneas generales con glándulas u ocelos (feldespatos lenticulares y estirados) de tamaño centimétrico variable (hasta 5-6 cm. de longitud), distinguiéndose perfectamente gran cantidad de cuarzo (azulado en su mayor parte) y micas orientadas que definen el plano de esquistosidad.

Es notorio resaltar que si bien las estructuras típicamente sedimentarias suelen presentarse a veces en las facies finas, no se observa sin embargo en las facies de megacrístales otro tipo de estructura que la ocasionada por la fuerte deformación mecánica, en la que el cuarzo ha sido recrystalizado y estirado conjuntamente con los megacrístales de microclina y plagioclasa (albita).

La posición estratigráfica exacta así como la significación paleogeográ-

fica de esta formación ha estado y está sujeta a fuertes controversias por los diversos autores que han estudiado el tema, PARGA PONDAL et al. (1964), MATTE (1968), CAPDEVILA (1969), FERRAGNE (1972) y MARTINEZ GARCIA (1973), puesto que son muchos y muy numerosos los puntos de vista que convergen en el «Ollo de Sapo». En este trabajo se le ha asignado una edad comprendida entre el Precámbrico y Cámbrico en la idea de que puedan representar episodios que culminarían en una formación claramente Ordovícica, representada por series cuarzo-pelíticas con abundantes pruebas paleontológicas (cruzianas). No se descarta la posibilidad de que las facies del «Ollo de Sapo» sean exclusivamente Cambro-Ordovícicas en vista a la indeterminación referida a su límite superior, cuestión que ya planteara FERRAGNE (1972).

Por otra parte, parece actualmente más evidente que el origen de dicha formación sea exclusivamente volcánica, LOTZE (1945), RIEMER (1966), ARRIBAS et al. (1971), MARTINEZ GARCIA (1973), p. ej., compuesta por riolitas más o menos alcalinas pórpidos riódacíticos y tobas con mayor o menor aporte sedimentario. Posiblemente existan varios episodios volcánicos ya que se observan en esta y en Hojas vecinas diversas facies alternantes.

1.2 ORDOVICICO

El Ordovícico se halla representado por una potente formación de esquistos y pizarras con intercalaciones cuarcíticas (formación Puebla de MARTINEZ GARCIA, 1971) cuarcitas en bancos continuos (formación Culebra) correlacionables con la cuarcita armoricana y una formación eminentemente pizarrosa azoica atribuible regionalmente al Ordovícico Medio y Superior.

1.2.1 ORDOVICICO INFERIOR. ESQUISTOS, PIZARRAS, FILITAS CON INTERCALACIONES CUARCITICAS (O_1 , O_1q)

El cuadro estratigráfico del Ordovícico Inferior se ha considerado subdividido en dos tramos: uno basal eminentemente cuarzo pelítico (O_1) y otro superior, constituido exclusivamente por cuarcitas (O_1q).

La denominada formación Puebla (por aflorar en el mismo Puebla de Sanabria) está circunscrita a los afloramientos de la cuarcita armoricana en la región meridional de la Hoja y entre estos y los afloramientos del «Ollo de Sapo», en el resto, en donde la erosión actual ha exhumado y puesto al descubierto parte de la secuencia basal. Regionalmente son perfectamente identificables sus afloramientos al constituir suaves lomas y cerros culminados en la mayor parte por cuarcitas bien estratificadas (O_1q). Destaca por su importancia cartográfica la franja que se extiende desde Otero de Bodas a las inmediaciones de Puebla de Valverde, pasando por Ferreras de Abajo y Litos.

En el campo, su delimitación cartográfica resulta bastante laboriosa ya que a la disposición natural de los afloramientos hay que añadir el hecho de que estos se hallan normalmente recubiertos por un coluvión y un glacis que se interdentan gradualmente según la pendiente del terreno. Debido a estos y al enorme replegamiento patente a diversas escalas, se hace igualmente difícil la estimación de un cálculo exacto del espesor, si bien ello se ha efectuado en dos perfiles diferentes adjuntos en la cartografía. En ellas se ha verificado de muro a techo una transición gradual desde la facies «Olló de Sapo» de grano fino, con intercalaciones esquistosas y cuarcíticas feldespáticas, a filitas y cuarzo-filitas, con gran profusión de niveles cuarcíticos (O_{1q}) intercalados. Para el espesor total de la secuencia se han estimado unos 550-700 m.

En su base a menudo aparecen pequeños horizontes cuarcíticos en los cuales se identifica perfectamente glándulas monominerales de cuarzo de hasta 1 mm., ligeramente azulado y abundante material micáceo con esquistos de aspecto lustrado que pudieran constatar su clara concordancia con la formación «Olló de Sapo». Estas cuarcitas están finamente estratificadas y es bastante frecuente, como se decía anteriormente, observar claras estructuras sedimentarias, tipo estratificación cruzada, gradada..., etc. En raras ocasiones suelen sobrepasar unos 2 a 3 m., presentándose generalmente como niveles lentejonares.

Estos niveles parecen aumentar en frecuencia y espesor hacia los tramos superiores de esta formación Puebla y especialmente en el Pico Muelo, al norte de Otero de Bodas y en el Altar Mayor al suroeste de Puebla de Valverde, en donde suelen adquirir 5 a 10 m. de potencia real. Precisamente en el Pico Muelo se han encontrado ejemplares de cruzianas clasificadas como *cruziana goldfussi Rouault*, en litologías compuestas por alternancias centimétricas de areniscas cuarcíticas ferruginosas.

Los materiales predominantes son esquistos y cuarzo-filitas versicolores, oscilando desde cenicientos a grises azulados en su base, hasta aquellos otros rojizos y/o violáceos del techo cargado en óxidos de hierro, estando igualmente presentes términos más o menos lustrados (sericitoesquistos).

Es omnipresente una marcada superficie de esquistosidad de flujo o fractura según los materiales que en estas litologías pelíticas borra totalmente el plano de estratificación, el cual se identifica únicamente por las débiles intercalaciones cuarcíticas.

La edad de esta formación definida ya en ocasiones como cambro-ordovícica, FERRAGNE (1972), debe asignarse como ya venía siendo por MATTE (1968) y MARTINEZ GARCIA (1971) al Ordovícico Inferior por el hallazgo de cruzianas y vexillum.

1.2.2 CUARCITAS EN BANCOS CONTINUOS (FORMACION CULEBRA) (O₁₂)

Se trata de una formación considerada en el contexto geológico del Noroeste peninsular como de referencia, por su constancia y extensión regional. Análogamente se ha tomado como guía estratigráfica al situarse entre series pizarrosas azoicas mal definidas y cronológicamente dudosas hasta hace muy poco tiempo.

La edad Arening, ha sido reconocida perfectamente merced a la abundante presencia de cruzianas y otras pistas (*Vexillum* y *Scolithus*), si bien la denominación local ha impuesto variadas denominaciones (cuarcitas con *scolithus*, cuarcitas de cruzianas, cuarcitas de los Cabos..., etc.). En nuestro caso y en la región que se sitúa la presente Hoja adoptamos la denominación de formación Culebra, MARTINEZ GARCIA (1971), referida a la sierra del mismo nombre situada en el cuadrante tres, en donde y debido al intenso plegamiento manifiesto por las cuarcitas definen una morfología en crestas alargadas según dirección NO-SE, paralela a la del plegamiento regional. Estas sierras originadas merced al papel preponderante jugado por su resistencia a la erosión están recubiertas en su mayor parte por un extenso coluvión procedente de la disgregación y alteración posterior de las cuarcitas que, en muchas ocasiones llega a prolongarse en glaciares generalizados (p. ej., Cuenca de Ferreras de Abajo y zona septentrional de Tábara).

El paso o tránsito entre la formación Puebla a estas otras cuarcitas, si bien suele estar recubierto y por tanto poco visible, es gradual y concordante, realizándose por un aumento progresivo de la frecuencia y espesor de los bancos cuarcíticos. Los tramos finales de la formación Culebra están representados por alternancias de bancos cuarcíticos de 10-12 cm., de espesor y cuarzo-filitas rojizas con numerosos niveles centimétricos ferruginosos, así como otros bancos de areniscas con numerosas pistas que culminan en pelitas rojizas a asalmonadas, consideradas ya de la formación superior.

Aunque como acabamos de decir el levantamiento detallado de la serie resulta muy laborioso de establecer, se ha verificado que de muro a techo existen unas variaciones litológicas que pueden sintetizarse de la siguiente forma:

- a) tramo inferior de alternancias centimétricas (5 a 10 cm.) de cuarzo-esquistos y cuarcitas gris claras o blanquecinas con leves irisaciones rojizas;
- b) tramo medio de bancos de 1 a 3 m. de cuarcita gris clara a rojiza, normalmente recristalizada. Es la constituyente de las sierras tan típicas de la región. Tramo de cruzianas;
- c) tramo superior formado por alternancias centimétricas (de 5 a 15 cm.) de cuarcitas ferruginosas, cuarzo-filitas y otras facies intermedias con abundantes huellas de reptación y tubos perforantes.

En líneas generales la formación Culebra es una serie rítmica continua de bancos arenosos y delgados horizontes cuarzoalíticos, presentando en conjunto granulometrías homogéneas, siendo el grado de recristalización bastante elevado.

Dentro de la Hoja se han encontrado ejemplares de cruzianas, especialmente la *c. turcifera* y otras numerosas huellas de reptación así como abundantes tubos perforantes considerados como características del Ordovícico Inferior, «tramo de cruzianas».

1.2.3 ORDOVICICO MEDIO-SUPERIOR. PIZARRAS ASALMONADAS (O₂₋₃)

Sobre los tramos superiores de la formación Culebra se encuentra una serie eminentemente pelítica constituida por esquistos silíceos y areniscas ferruginosas en su base y pizarras y areniscas micáceas asalmonadas en el resto, denominada formación San Pedro en las Herrerías, por MARTINEZ GARCIA (1973).

Constituyen sus afloramientos aislados retazos en los núcleos de los principales sinclinales, siendo especialmente llamativos los situados al Noroeste de Tábara, entre los cerros de Peña Miguel y El Corral de Moros, próximo a la carretera Nacional Villacastín-Vigo, Km. 320, pues destacan las alineaciones esquistosas rojizas sobre los coluviones y el glacis generalizado. De igual forma aparecen al norte de Faramontanos de Tábara, al S de la alineación cuarcítica que va desde Sierra Gorda al pico Turiela. En el resto de la región debido a su carácter tan disgregable y por su escasa consistencia suelen definir suaves modelados recubiertos por amplios coluviones y demás mantos detríticos actuales a subactuales. En algún caso, el proceso erosivo fluvial ha puesto de manifiesto otros afloramientos como ocurre en el vértice Suroccidental del tercer cuadrante, en proximidad al ferrocarril Zamora-Orense.

La estratificación inicial de los materiales pelíticos ha desaparecido por el desarrollo de una fuerte esquistosidad de flujo que corresponde a la esquistosidad principal regional, siendo patente en las intercalaciones cuarcíticas la intersección de las dos superficies con el desarrollo de una alineación tectónica, que se corresponde con un estiramiento en esa dirección; de ahí que suelen aparecer los oolitos ferruginosos estirados, a manera de glándulas.

El espesor de esta formación es desconocido ya que están ausentes o no visibles términos superiores que en otras Hojas colindantes puedan atribuirse claramente al Silúrico Superior (Hoja de Moreruela de Tábara). La correlación litológica con las Hojas más meridionales pudiera discernir, puesto que aquí no han sido identificadas las facies terminales allí presentes, formadas por pizarras negras silíceas de grano fino. No obstante, debido al afloramiento de rocas volcánicas de características tobáceas en Pozuelo

de Tábara (Hoja de Moreruela de Tábara) atribuidas con ciertas reservas al Silúrico, nos plantea una doble cuestión: que bien esta formación esté parcialmente desarrollada o bien que un Silúrico de características transgresivas se haya desarrollado, siendo erosionados gran parte de sus afloramientos. Una tercera hipótesis plantearía el que las tobas de Pozuelo se correspondieran con episodios volcánicos emitidos en el Ordovícico, tal como indica MATTE (1964) en el sinclinal de Truchas, pues entonces la formación de pizarras asalmonadas se correspondería con los tramos basales del Ordovícico Medio (Llanvirn-Llandeilo), tal como indicara MARTINEZ GARCIA (1973) siendo problemática la existencia del Ordovícico Superior. Ahora bien, por consideraciones regionales preferimos considerar a esta formación como un Ordovícico Medio Superior.

1.3 Terciario. ARCILLAS, ARENAS Y CONGLOMERADOS (T_{c11-2}^{Bc-B})

El Terciario se presenta discordante sobre los materiales paleozoicos y su facies es de gran uniformidad pudiendo asimilarse a la facies Tierra de Campos Marginal.

No se han encontrado fósiles y su datación cronológica se ha realizado a través de la correlación con los sedimentos terciarios de Benavente que poseen yacimientos fosilíferos, BERGOUNIOUX et al. (1958), ALBERDI et al. (1970) y JIMENEZ (1970).

Se compone de una serie de arcillas, arenas y gravas de colores rojizos, ocreos, azulados y la combinación de estos. En el exterior es muy frecuente el color rojizo pero se debe generalmente a una impregnación de materiales alterados que poseen gran cantidad de óxidos e hidróxidos de hierro.

La potencia no se puede estimar con precisión debido a que estos materiales fosilizan un relieve antiguo, el cual presenta una superficie de alteración que tiene unos materiales muy similares a los terciarios de potencia muy variable. Asimismo la serie no presenta su techo al estar erosionado en gran parte. Sin embargo, debido a los cortes realizados en las cárcavas se puede estimar la potencia del Terciario de unos 90 a 100 m. como máximo dentro de la Hoja.

Un corte muy significativo, aunque hipotético, que se repite en muchas ocasiones, constaría de muro a techo: de una serie de arcillas algo arenosas conformando una secuencia heterogénea en la que destacan intercalaciones de areniscas y/o conglomerados que tienen una potencia que varía de dm. a 4 ó 5 m.

Las arcillas normalmente suelen tener diseminación de granos de arenas o limos y cantos de grava fina, y no es muy frecuente encontrarlas puras.

Las intercalaciones detríticas son muy abundantes en toda la Hoja.

Los conglomerados se componen generalmente de cantos de cuarzo en su mayoría, cuarcita y son muy escasos los de feldespato y pizarra, y de

una forma ocasional estos son abundantes. La matriz es areno-arcillosa, y pueden observarse pajuelas de mica blanca y menos abundantes las oscuras. Su color tiende al rojizo llegando a ser pardo-amarillento. El contacto de las intercalaciones en su base es nítido y corta la serie arcillo-arenosa y a techo por lo general los cantos se van diseminando hasta desaparecer prácticamente.

Es frecuente encontrar en estas intercalaciones estratificaciones cruzadas y gradadas.

El tamaño de los cantos es de grava fina y media aunque no suelen tener una buena selección hallándose cantos de distintos tamaños asociados.

Dentro del área estudiada se puede significar «groso modo» que siguiendo la dirección ONO-ESE el tamaño de los cantos de estas intercalaciones van disminuyendo y son menos frecuentes de forma que la serie es más pelítica, y su coloración tiende en general de colores rojizos a ocre-amarillentos.

De los análisis realizados en las muestras de arcillas por difracción de Rayos X, tomadas en los distintos cortes, repartidos en la Hoja y contrastados con otros ejecutados en Hojas adyacentes, se pueden destacar las siguientes conclusiones:

1) Los componentes principales son la illita y la montmorillonita, y por lo regular es más abundante la primera. La proporción de estos supone alrededor de un 65 por 100 del total y sus porcentajes están compensados.

El caolín está presente en casi todas las muestras y supone un 5 por 100 a 20 por 100 manteniéndose muy regular en todas las columnas y en pocas ocasiones supera un 30 por 100.

La goethita se encuentra igualmente presente y su proporción no pasa del 3 por 100.

De forma esporádica aparece clorita y gibsita. La clorita llega a alcanzar hasta un 6 por 100 cuando es más abundante y especialmente en los tramos inferiores y la gibsita no sobrepasa el 1,5 por 100.

2) En los sedimentos terciarios estudiados estas proporciones mencionadas anteriormente se mantienen con una gran regularidad y las variaciones de los componentes no son considerables.

3) Para los tramos más altos del Terciario se aprecia una disminución de la montmorillonita, que llega a desaparecer y un aumento del caolín, manteniéndose en todo momento los altos porcentajes de illita.

1.4 CONGLOMERADOS CON CANTOS REDONDEADOS Y ANGULOSOS

DE MATRIZ ARCILLO-ARENOSA ($T_{c11-2}^{Bc-B}Cg$)

Estos materiales se sitúan en la margen de la cuenca (valle de Ferreras y campos de Tábara) y están generalmente en contacto con los depósitos coluvionares actuales.

Las relaciones de esta facies, que es la más marginal de los depósitos terciarios de la cuenca del Duero, con el resto de las series terciarias no se observa claramente dentro de esta Hoja. Pero, de las observaciones realizadas en las Hojas colindantes se puede suponer que se realiza por cambio lateral de facies.

Son conglomerados con cantos de cuarcitas, cuarzo, pizarras, con matriz arcilloso-arenosa, y presencia de cantos rubefactados.

Los cantos son muy heterométricos y varían desde gravas gruesas y bloques hasta gravas finas.

La coloración de estos materiales es generalmente rojiza y pardamarillenta.

La mayoría de los cantos son angulosos y presentan únicamente los bordes matados. También se presentan cantos redondeados, aunque muy escasamente.

La proporción arcilla-arena en estos depósitos es muy variable y pasa de arcillosa con escasas arenas a ser arenoso-arcillosa, y está en función de los aportes del área cercana y del aporte de materiales que proceden de la alteración del substrato.

En general forma superficies de poca pendiente que pueden alcanzar extensiones de varios Km. y tapizan los materiales infrayacentes, generalmente metamórficos.

Cuando estas superficies son de gran extensión se advierte que los cantos a medida que su traslado es más prolongado son más maduros y están mejor clasificados hasta que paulatinamente, en algunos casos, pasamos a un tipo de depósito fluvial (terrazas).

El medio dado el espectro litológico y su morfometría tuvo que tener una gran energía en forma de fuertes arribadas.

Daticiones

Debido a la inexistencia de datos paleontológicos que clasifiquen estos materiales y ante la imposibilidad de datación por este medio y dada la falta de microfauna o macroflora clasificable nos vemos obligados a recurrir a correlaciones con autores que realizaron estudios similares en otros sectores de la cuenca del Duero.

F. BERGOUNIOUX y F. COUZEL (1958) estudian varios yacimientos de mastodontes en la cuenca del Duero, los más cercanos son los de Santa María del Páramo, el de Castroverde de Campos y el de Benavente. En el primero de ellos encontraron *Trilophodon angustidens* CUVIER y *Trilophodon olisiponensis* ZBYSXEMSKY y en el tercero *Zygalphodon pyrinaicus*. El primer yacimiento lo atribuye a un Vindoboniense Superior y el segundo a un Vindoboniense Medio probable.

En el último yacimiento (Benavente M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE, 1970) encuentran *Tetralophodon longirostris* CUVIER.

De acuerdo con estos datos podemos decir que como máximo la base de estas facies puede pertenecer al Vindoboniense Superior, mientras que la distancia entre los yacimientos descritos y el área en estudio no nos permiten una determinación del techo de la serie, por lo que la englobamos en el resto del Neógeno.

1.4 PLIOCUATERNARIO (T_2^B -Q)

Este nivel ocupa gran extensión, contenida casi en su totalidad en el cuadrante IV de la Hoja.

Son conglomerados muy heterométricos de color rojizo y que en superficie presenta un color de alteración pardo. Su potencia es de 4 m., aunque se supone que puede variar lentamente.

Presenta cantos rodados de 35 y 40 cm. de longitud máxima. Estos cantos, de grandes dimensiones generalmente, son todos ellos de cuarcita. Esta heterometría tan acusada se localiza en los lugares más próximos a las sierras.

La matriz es areno-arcillosa generalmente. Hay gran cantidad de cantos rubefactados.

A medida que se avanza hacia el interior de la cuenca, paulatinamente se uniformiza el tamaño de los cantos, gravas medias y gruesas. Son más abundantes los cantos de cuarzo monomineral y se mantienen los rubefactados, que no suelen pasar de 4 cm. de longitud máxima. A nivel de campo también se puede percibir que estos depósitos están más elaborados.

En los escasos puntos donde existe un corte de esta facies se puede observar que hay estratificación cruzada y gradada en las zonas donde existe un predominio de las areniscas-arcillosas.

Su cota de altura podemos atribuirle la 900, aunque varía de cota a lo largo de su gran extensión.

Debido a las características morfológicas, edafológicas y a su cota relativa que presenta este nivel, se ha decidido asumirla a la formación denominada «raña», según indicaciones realizadas por la asesoría del IGME.

Además de mastodonte contiene un Jiráfido (*Decennatherium pachecoi*, CRUSAFONT) y restos de Rhinocerotidae (indeterminable). Estos autores atribuyen una posible correspondencia con capas altas del Mioceno (Vallesense).

De acuerdo con estos datos podemos decir que como máximo la base de estas facies pueden pertenecer al Vindoboniense Superior, mientras que la distancia entre los yacimientos descritos y el área en estudio no nos permiten una determinación del techo de la serie, por lo que la englobamos en el resto del Neógeno.

1.5 CUATERNARIO

Introducción

Dentro de la disposición general subtabular de la zona perteneciente a la cuenca del Duero, así como en otras partes de la penillanura ocupada por cualquier variedad de rocas, destacan preferentemente terrazas y extensas llanuras aluviales cuaternarias.

De las terrazas distinguidas en la presente cartografía podría sugerirse como probable la existencia de dos grupos de diferentes características litológicas y morfológicas.

Por una parte y especialmente en las márgenes montañosas que bajan hacia el río Tera y Castrón se disponen grandes masas o mantos detríticos polimícticos y poligénicos que ocupan una superficie levemente inclinada hacia el NE de cota 810 a 760 m.

Las correspondientes al primer grupo, desde la Q_1T_5 a Q_1T_3 , dado su carácter litológico (espectro, morfoscopías y asociaciones mineralógicas), así como su morfología, plausiblemente se originarían probablemente en el pleistoceno temprano, ya que su disposición subtabular está claramente desmantelada por la red actual pleistocénica, y un segundo grupo lo constituirían los restantes, que pertenecerían a una red más estabilizada, aunque en algunos sectores la red actual está procediendo a su desmantelamiento.

La descripción de las diferentes terrazas se realiza cronológicamente, de la más antigua (de altura topográfica más alta respecto al nivel O.m. considerado en el cauce actual del río Duero) a las más modernas (próximas a las llanuras aluviales de los ríos).

1.5.1 PLEISTOCENO

Estos materiales son de gran importancia regional, tanto por su extensión como por el significado genético dentro de la cuenca del Duero.

En la presente Hoja sólo toma un desarrollo importante los depósitos del río Tera y Castrón, en los que encontramos las últimas manifestaciones de cabecera de cuenca. Están también otros pequeños subsistemas, que todos ellos son de cabecera.

La numeración de los niveles de terrazas se ha efectuado teniendo en cuenta las Hojas colindantes, Benavente, Villafáfila, Moreruela de Tábara, Manganeses de Lampreana y Arrabalde, todas ellas in. litt. En donde para las Hojas situadas más al E, concurren los ríos más importantes y es donde se puede establecer una correlación de los cursos secundarios.

Hay que resaltar que la aparente anarquía en la numeración de los sub-

índices de las terrazas están motivadas por el reajuste en la unificación de la totalidad de las terrazas de las Hojas que abarcan esta zona. También hay que señalar las dificultades derivadas del encaje en los diversos niveles de aterrazamientos, pues su semejanza litológica y la inconstancia de determinados desniveles tanto absolutos como relativos plantean muchos problemas, y aunque la asimilación entre niveles se ha hecho con la mayor precisión posible, dentro de los medios disponibles, estimamos que es susceptible de modificación.

Terraza Q₁T₃

Este nivel de la Hoja está escasamente representado, se compone de conglomerados con cantos de grava y grava gruesa y de tamaño bloque; bien redondeados, con matriz arcilloso-arenosa y de color rojizo.

Los cantos son de cuarcita y cuarzo fundamentalmente; presenta cantos rubefactados de menor tamaño, de 2 a 3 cm. máximo.

En general se ha situado por encima de la cota de los 830 m. y donde se encuentra mejor representado es en la zona NO de la Hoja. A ésta, y por correlación relativa, así como por comparación litológica, se han asociado también algunos niveles aislados que se sitúan por encima de la cota de 800 m., que se encuentran en una zona muy alejada de éstos, en el lado E de la Hoja.

Terraza Q₁T₄

Este nivel se compone de conglomerados con matriz areno-arcillosa y características análogas a las superiores.

Los niveles de esta terraza que aparecen al SE y al NO de la Hoja, están parcialmente desmantelados y en ocasiones se encuentran degradados y las características litológicas son similares a las del nivel anterior y únicamente se encuentra un pequeño escalón entre este nivel y el anterior.

Terraza Q₁T₅

Este nivel de terraza es de un gran desarrollo dentro de la presente Hoja.

A pesar de su gran extensión hay que considerar de una forma general que tiene una gran homogeneidad en su facies.

Generalmente se presenta de color rojizo con gran abundancia de cantos de cuarcita, en mucho menor grado de cuarzo, todos ellos son redondeados y marcado origen fluvial.

Sus cantos se presentan bien redondeados, variando el tamaño desde limos hasta granos gruesos (6,4 y 25,6 cm.) normalmente. Su matriz es arcillo-arenosa, y se observan puntualmente láminas de moscovita y biotita,

así mismo se encuentran cantos rubefactados que presentan un tamaño máximo de 3 cm.

El tamaño más común es el de grava gruesa y varía de 9 cm. a 20 cm., siempre bien redondeados.

En diversos puntos de esta terraza se encuentran estratificación cruzada, gradada, un gran número de cantos aplanados cuya orientación estadísticamente marca la dirección general ONO-ESE que es la dirección actual del cauce más profundo, ESPEJO et al. (1973).

Esta terraza tiene dentro de la Hoja un desarrollo muy importante y pudiera significar su momento de colmatación general significativo. Su cota oscila entre 810 y 770 m. aproximadamente en un recorrido de varios kilómetros que prácticamente cruza la Hoja de O a E con una ligera inclinación.

Por todo lo anteriormente expuesto, el origen es fluvial, con un gradiente de energía de transporte muy enérgico, el cual se distribuye irregularmente dentro de la terraza.

En las áreas de esta terraza, situada más al NO, los cantos aumentan de tamaño en general y se presentan franjas localizadas que presentan cantos sin penas matriz o de matriz eminentemente cuarzoarenítica, que llegan a alcanzar 30 y 40 cm. de longitud máxima, que implica momentos en que la energía del medio varió grandemente, dejando depósitos de conglomerados en que los cantos varían de tamaño considerablemente y del mismo modo la proporción de la matriz.

Terraza Q₁T₆

Un pequeño salto topográfico diferencia la presente terraza de la anterior. Ahora bien, por su composición, coloración y porcentaje de material resulta similar a la superior. Es de muy escaso desarrollo, y se presenta en el borde SE según afloramientos desmantelados y repartidos en toda la Hoja. En general siempre se observa que los cantos son heredados de las terrazas superiores, sin haber sufrido un gran traslado, aunque morfológicamente son terrazas de escasa potencia y desarrollo.

Aparte de los niveles cartografiados no se descarta la posibilidad de que este nivel existiera en otros muchos puntos y que fueron erosionados posteriormente, dado el salto que se suele presentar entre el nivel inferior y el superior.

La potencia de este nivel es considerablemente inferior al superior, pudiéndose observar únicamente 2 m. de potencia como máximo.

Terraza Q₁T₇

Presenta unas características muy parecidas a la terraza Q₁T₅ y la litología es muy parecida a ésta. Oscila entre las cotas 730 y 740, aunque no de una forma continua, ya que estos niveles están situados próximos a la cabecera.

Sus características litológicas varían cuando nos aproximamos al borde de cuenca en las zonas próximas a la sierra paleozoica, y en las zonas que se puede suponer que el aporte de los materiales viene proporcionado por la proximidad.

En general el espesor de la terraza es muy escaso y no suele pasar de 2 m. de potencia, siendo en ocasiones muy poco potente, llegando a ser de escasos centímetros.

Terraza Q₁T₈

Este nivel se presenta con características muy similares a las superiores y únicamente se advierte un ligero cambio de coloración en zonas restringidas. Está poco representado dentro de la Hoja y suele localizarse preferentemente en la margen derecha de los grandes cauces.

Pizarra Q₁T₉

Son terrazas de aspecto y coloración muy parecidas a las del nivel Q₁T₈, aunque superficialmente se ha observado áreas donde las intercalaciones de arenas y limos son más abundantes que los anteriores. El salto de la terraza 8 a la 9 es somero y no suele pasar de los cinco metros. Estos niveles son los que se sitúan más próximos a las llanuras aluviales de los ríos.

El nivel Q₁T₉ es de escasa potencia y existen áreas que solamente se manifiestan como un pequeño recubrimiento.

Terrazas Q₂T₁

Diseminadas en la presente Hoja hay unas terrazas que debido a su situación espacial no es posible correlacionarlas con el resto de los niveles de aterramiento general. Como ocurre con los situados en el valle de Dehesa, en el segundo cuadrante, los del río Castrón en los alrededores de Litos, y los últimos niveles de la margen derecha del Tera, apoyan directamente sobre el «Ollo de Sapo».

La litología de los niveles del Tera y de los alrededores de Litos son similares a los demás niveles de los ríos Tera y Castrón, mientras que los situados en el valle de la Dehesa, los cantos son generalmente de menor tamaño y más redondeados, y la coloración rojiza es mucho menos intensa, y en algunos niveles es pardo-amarillenta, con una mayor abundancia de cantos de cuarzo.

1.5.2 HOLOCENO

Eluviones (Q₂E), Coluviones (Q₂C y Q₂Ca₁), conos de deyección (Q₂Cd)

Q₂E.—Dentro de la Hoja y en especial sobre los materiales prehercánicos existe una serie de recubrimientos que su principal agente de formación es la removilización «in situ», omitidos en su mayor parte. No obstante se han representado en donde adquieren especial desarrollo debido al entorno geomorfológico en que se producen. Así, al S de Pubblica de Valverde y de Litos existen varias zonas recubiertas por material areno-arcilloso, con algún bloque más o menos fragmentado y todo ello configurando leves mesas subhorizontales.

Q₂C.—Tanto los materiales prehercánicos como los terciarios están afectados por este tipo de recubrimiento.

Se han cartografiado coluviones que afectan al Terciario en aquellos puntos que bien por su resalte topográfico o por su posición respecto a las litologías suprayacentes (terrazas) hacen difícil su observación.

En la mayoría de los casos, aunque su potencia fuera considerable, se ha suprimido su cartografía al mapa, puesto que si no resultaría laboriosa la lectura del mismo.

En las laderas montañosas los depósitos son muy heterogéneos, formándose canchales, canturrales, etc. Los cantos son predominantes de cuarcita, con matriz arcillo-arenosa, y la proporción de cantos, arcillas y arenas están en función de las formaciones que se sitúan próximamente.

Q₂Ca₁.—Las superficies de depósitos modernos que se encontrarían bien entre el coluvión y el aluvial, o bien con una terraza, se presentan cortados por la red actual. En la superficie mencionada se producen depósitos coluvionares muy arcillosos con cantos de cuarcita de tamaño muy variable y proporción de arena generalmente muy escasa, de colores rojos grisáceos y abigarrados.

Q₂Cd.—En los sectores donde la topografía es más acusada se producen a veces conos coluvionares localizados, formándose sobre todo a pie de formaciones deleznales. Están constituidos por esos mismos materiales, procedentes de la disgregación mecánica del contorno.

Relleno de valle (Q₂Ca)

En valles donde las alineaciones de cuarcita están próximas, existen unos depósitos arcillo-arenosos, y en ocasiones muy arcillosos, con cantos de cuarcita y cuarzo de tamaño muy variable, generalmente angulosos o única-

mente con los bordes matados y rara vez algún canto redondeado. Estos depósitos enlazan insensiblemente con los coluviones, siendo en ocasiones difícilmente separables si no es recurriendo a criterios geomorfológicos.

Cuando la distancia entre estas alineaciones es muy próxima, los coluviones se entrelazan y no hay opción a separar estas superficies.

Aluvial (cauce actual) (Q_2Al_1 , Q_2Al_2 , Q_2Al_3)

Dentro de la Hoja en los valles de gran desarrollo en los que el encajante de la red actual está suficientemente marcado se ha diferenciado el cauce actual. Se compone de conglomerados, limos, arenas y arcillas, generalmente de color gris. Los conglomerados fundamentalmente son de cantos de cuarcita, menos abundantes se encuentran del «Ollo de Sapo», y de otros cuarzopelíticos. El tamaño de los cantos es muy variable aun en áreas muy reducidas, siendo los más corrientes el de grava y granos gruesos, abundando todos los tamaños inferiores.

Dentro de esto existen intercalaciones donde los cantos rodados son de tamaño bloque, que implica una gran energía del medio. Estas intercalaciones son tanto más frecuentes cuanto más al NE.

Análogas características presenta la llanura de inundación.

Dentro de la red actual se presentan pequeños arroyos que apenas si han movilizado los materiales circundantes, siendo su lecho y cauce de análogas características.

2 TECTONICA

2.1 ANTECEDENTES

En primer lugar y a tenor de las consideraciones estructurales regionales se describen los principales elementos tectónicos que la afectan y en segundo término aquellos otros rasgos estructurales propios de la presente Hoja.

El esquema tectónico de la región de Sanabria propuesto por MATTE (1968), materializado por la existencia de dos fases homoaxiales de plegamiento hercínico, acompañadas por la presencia de dos superficies de esquistosidad, una de flujo fractura y otra de crenulación, siendo la primera la más importante y asociada a una fase tangencial, fue modificado por MARTINEZ GARCIA (1973), quien establece cuatro fases principales de plegamiento, determinando además que la primera de ellas, de carácter residual y asociada a un primer metamorfismo de presión elevada (MARTINEZ

GARCIA et al., 1970) es de probable edad silúrica (MARTINEZ GARCIA, 1972), ya que clastos de rocas con esquistosidad asociada discordante de la patente en la roca se halla en éstas. Las dos primeras fases serían de gran intensidad y de semejantes características dinámicas, asociándose a la segunda fase mantos de corrimiento evolucionado a partir de pliegues tumbados en dirección hacia el NE. Las otras dos fases serían menos intensas, pero igualmente producirían pliegues vergentes al NE (en la tercera) y en la cuarta una incipiente crenulación de la esquistosidad principal S_2 generada en la segunda fase.

En el período de tiempo transcurrido entre estas dos últimas fases y con posterioridad, se producirían las importantes manifestaciones graníticas de tan amplia representación en el NO peninsular.

2.2 TECTONICA DE LA HOJA

En grandes líneas se puede afirmar que dentro de la Hoja de Ferreras de Abajo se halla presente una tectónica polifásica homoaxial Hercínica con pruebas evidentes de la presencia microtectónica de otra fase anterior asumida probablemente al ciclo caledónico. Las principales características tectónicas se describen a continuación.

ESTRUCTURAS DE DEFORMACION PLASTICA.—Las estructuras visibles en la cartografía adjunta corresponden a un plegamiento tipo concéntrico desarrollado en los materiales cuarcíticos y similar o semejante en los pelíticos, observándose en diversas ocasiones pliegues anisopáquicos en las alternancias cuarzo-pelíticas.

Generalmente este plegamiento se acompaña por superficies penetrativas que corresponden a las superficies axiales de los pliegues, en forma de una esquistosidad del tipo fractura, siendo más visible cuanto más similar es el plegamiento. Este es vergente hacia el NE, con el plano axial buzando casi siempre hacia el S (entre 40° y 60°) y ejes arrumbados $35-45^\circ$ al NO, hundiéndose normalmente al SE.

Son pliegues de marcada geometría cilíndrica con charnelas casi horizontales y por tanto de gran recorrido. Todas las estructuras mayores cartográficas y desarrolladas espectacularmente en la Sierra de Culebra, pertenecen a esta misma fase de plegamiento, identificándose perfectamente en foto aérea las trazas que describen numerosos repliegues. Estos pliegues de gran envergadura y largo recorrido (kilométrico) suelen ser en realidad complejos en su reconstrucción, ya que afectan a otros anteriores de claro carácter isoclinal que multiplican varias veces el espesor real de los tramos cuarcíticos.

En síntesis y a tenor del esquema tectónico obtenido en la configuración de la Hoja, figura 1, se observa que, las grandes estructuras desarrolladas

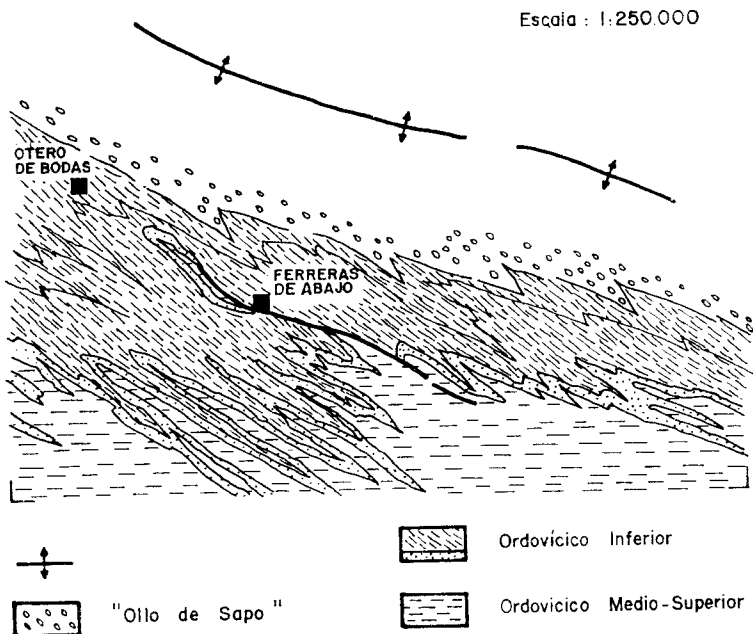


Figura 1.—Pliegues menores acompañantes de un gran anticlinal más septentrional. (Ant. del Ojo de Sapo.)

en esta fase designan pliegues menores acompañantes a una gran megaestructura anticlinal situada septentrionalmente (anticlinal del «Ojo de Sapo»).

En numerosos puntos y especialmente a escala mesoscópica en los afloramientos de la formación Puebla, a la altura de la unión de la carretera de Despeñaperros a Morales de Valverde con el arroyo de Zamarilla, frente al pico del Altar Mayor, se observan frecuentes pliegues menores pertenecientes a esta fase, acompañándose de una orientación tectónica planar incurvada alrededor de las charnelas que puede corresponderse con la traza de una esquistosidad anterior, asociada desde luego a un previo plegamiento.

Este plegamiento es difícil de verificar en grandes estructuras, puesto que la abundancia de trazas de capas guías es evidente, al igual que la homogeneidad del material pizarroso.

Los pliegues asumidos a esta fase anterior, formados y observados en campo, corresponden siempre a mesopliegues de estilo isoclinal con fuerte vergencia al NE y presumiblemente ligados a pliegues tumbados en esa

misma dirección que pudiesen generar grandes mantos (MARTINEZ GARCIA, 1973), correlacionables con la deformación principal de la sierra del Caurel, en dominios más septentrionales a los aquí considerados.

Estos pliegues de estilo isopáquico aparecen a veces completamente horizontales, figura 2.

Se acompañan de una esquistosidad de flujo subparalela al plano de estratificación S_0 . El eje del plegamiento presenta una dirección NO-SE e inclinación variable respecto a su primera posición, dado que está plegado.

Por criterios microscópicos, MARTINEZ GARCIA (1973), se ha verificado que esta esquistosidad es en realidad consecuencia de la microcrenulación de otra superficie planar anterior conservada única y exclusivamente en sigmoides o según orientación de blastesis de minerales silicoaluminicos.

Estos y otros criterios microtectónicos y metamórficos basados en la relación de formación-cristoblastesis en zonas más metamórficas (p. ej., Hoja de Puebla de Sanabria, Peque y la Gudíña) nos permite considerar la posibilidad de que existió una fase previa, cuestión que por otra parte queda de manifiesto por las numerosas venas o filones de cuarzo replegados isoclinalmente y con esquistosidad de plano axial correlacionable con la fase inmediatamente posterior. En este contexto, los filoncillos serían generados bien por exudación o por inyección de esa fase anterior.

A fin de clarificar la tectónica de la Hoja con las deformaciones plásticas asumidas por otros autores se realiza a continuación un intento de

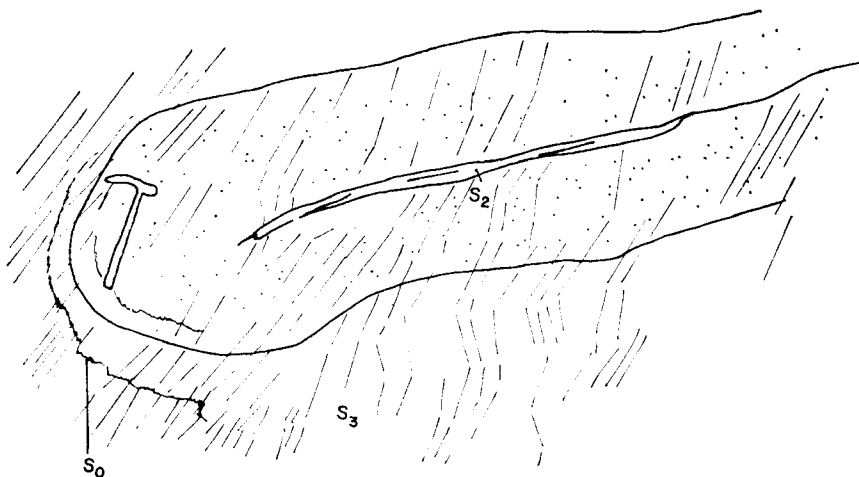


Figura 2.—Esquema de los pliegues de segunda fase con superposición de una esquistosidad de fractura.

correlación. Convenimos así en denominar F_3 a la fase que da las estructuras cartográficas en la idea de que anteriormente han existido dos fases sucesivas de plegamiento F_2 y F_1 , cuyas características han quedado reflejadas anteriormente. Asociadas a cada una de estas fases, existe una esquistosidad, residual en unos casos (S_1) y más claramente observable en los otros (S_2 y S_3), siendo la dominante regionalmente S_2 , si bien en proximidad a núcleos de estructuras y sobre todo en materiales pelíticos, suele patentizarse más claramente S_3 , viniendo marcada normalmente S_2 en las rocas por una alineación de intersección.

Una cuarta fase de plegamiento indicada en esta región por MARTINEZ GARCIA (1973) no se ha identificado cartográficamente en la Hoja. Pensamos que tal vez su influjo se redujo a la acción de pequeñas estructuras, en las que se ha observado la presencia de un plegamiento isopáquico con desarrollo de débiles fracturas según plano axial, que pudiera sugerir una incipiente esquistosidad de fractura que en su intersección con la esquistosidad principal origina una disyunción en agujas. La respuesta de este mesoplegamiento de dirección ONO-ENE pudo ser exclusivamente un abombamiento de las estructuras mayores creadas durante las fases anteriores. Así se originarían grandes anticlinales y sinclinales o anticlinorios y sinclínorios sucesivos, de los cuales los más representativos (desde luego fuera de esta Hoja) serían el anticlinal de Sanabria o del «Ollo de Sapo» y el sinclinal de S. Vitero.

DEFORMACIONES DE FRACTURA.—Una dirección importante de rotura se observa en la cartografía entre Ferreras de Abajo y el crestone de Sierra Gordo. Se trata de una fractura subparalela a las trazas de capa, figura 3, y a los ejes de plegamiento aquí considerados como F_3 . Igualmente se presentan en otros pliegues de la Sierra de la Culebra, al S y SE de Ferreras de Abajo; correspondiéndose con un tipo de pliegues falla generado en condiciones bastante superficiales y por supuesto en momentos terminales del plegamiento.

Respecto a las otras deformaciones de fractura cabe manifestar que existen dos desarrollos interdependientes y posiblemente continuos de superficies de fractura, ya en plena fase distensiva de la cadena.

En primer lugar se generan superficies definidas por bandas alargadas y estrechas de pliegues tipo Kink, fundamentalmente en materiales pelíticos, según direcciones N-S a NE-SO, siendo bastante verticalizadas. Son superficies claramente de rotura de flanco de 2 a 3 cm.

Con posterioridad se distinguen claramente dos lotes relativamente importantes. Se trata de superficies de dirección NE-SO y NO-SE. Las primeras son de características netas e inconstantes en dirección, puesto que existen dispersiones a direcciones submeridianas. Suelen ser directas con desplazamiento y hundimiento relativo de labios, al igual que las de la otra dirección NO-SE, considerada como conjugada. La dirección N-S ha sido

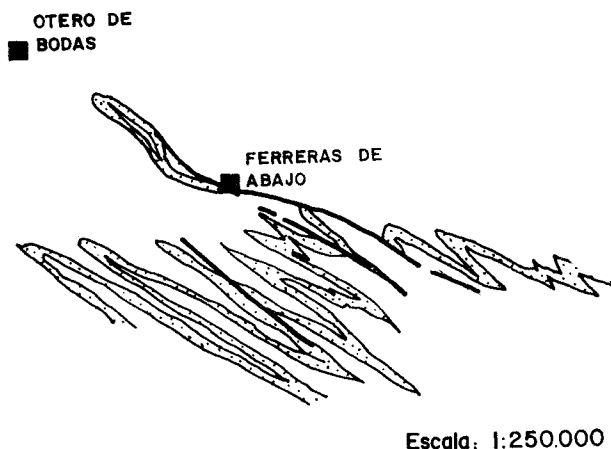


Figura 3.—Distribución de fallas longitudinales en las proximidades de Ferreras de Abajo.

considerada por MARTINEZ GARCIA (1973) como deformación posterior que crea flexuras de ejes subparalelos a aquéllas.

A continuación de la orogenia Hercínica se puede admitir que durante el Mesozoico y parte del Terciario han existido fases de plegamiento y fracturación en la orogenia Alpina. Las fases más probables presentes serían la sálica y estaírica, que dentro de la presente Hoja no se pueden determinar.

Como resultado de estos movimientos se origina un relieve en el macizo prehercínico con sierras y depresiones que van ligadas a una etapa erosiva, con un basculamiento general hacia el S-SE.

Posteriormente, en el Mioceno comienza el ciclo sedimentario que fossiliza los relieves y se culmina a nivel regional con la caliza del Páramo.

A nivel regional también se supone que la fase rodánica ha tenido actividad, aunque no se observa a nivel de la Hoja que la haya tenido.

Solamente existen pequeñas deformaciones muy locales que suelen ser debidas a empujes de las arcillas o bien a efectos de ladera.

A continuación comienza un ciclo de erosión, que viene condicionado por movimientos epigénicos que sus comienzos se situarían en el Plioceno y se continuarían durante el Cuaternario.

Durante todo este tiempo la cuenca experimenta diversos movimientos isostáticos, dando lugar a basculamientos y fracturaciones que es muy

probable que afecten al zócalo rígido, confiriendo al Terciario una tectónica de revestimiento y posiblemente las direcciones de fracturación son consecuencia de un rejuego de las preexistentes del zócalo.

La red fluvial actual y subactual debió imponerse merced a una tectónica de basculamiento generalizada una vez cratonizada la región de Sanabria. Las grandes alineaciones de los cursos fluviales, están lógicamente sugeridas bien por las características del plegamiento de las series paleozoicas o bien por importantes discontinuidades según direcciones NE-SO o E-O y NO-SE. Ambas direcciones podrían considerarse como reactivaciones de antiguas fracturas tardihercínicas.

2.3 OBSERVACIONES MICROTECTONICAS

Las cuarcitas tan abundantes en esta Hoja son poco aptas para reflejar la historia tectónica de este área. Se consideran, pues, únicamente las filitas.

En ellas se observan comúnmente una esquistosidad planar más o menos penetrativa (S_2) que es a menudo crenulada por un esfuerzo posterior. Rara vez se conservan arcos poligonales en general difusos, de otra fase más antigua. Por lo que respecto al crecimiento mineral, hay que destacar la frecuente presencia de blastos cloríticos transversales y anteriores a la esquistosidad principal y numerosas pajuelas de opacos postectónicos. El cloritoide, escaso, se atribuye asimismo a esta época.

3 HISTORIA GEOLOGICA

La reconstrucción geológica de la presente Hoja pudiera considerarse esquematizada de la siguiente forma:

1) Durante el Precámbrico Superior y el Cámbrico, la sedimentación se produciría en un surco que abarcaría toda la región natural de Sanabria. La sedimentación sería de tipo marino somero o continental, siendo particularmente importante la presencia de rocas volcánicas de variado carácter y naturaleza.

2) Durante el Ordovícico Inferior continúa la sedimentación marina, siendo las facies marcadamente litorales (presencia de huellas de reptación..., etc.), si bien la identificación de facies rítmicas pudiera sugerirse como criterio de series de plataforma, en donde variaría la profundidad de acuerdo con la diversificación del surco sedimentario. En el Ordovícico Superior comienza una facies altamente ferrífera probablemente tras movimientos epigénicos en paso hacia otros sedimentos típicamente batiales (pizarras y ampelitas) cuya continuidad sedimentológica seguirá hasta el Silúrico, co-

menzando posteriormente la deposición de series de carácter turbidítico en el Silúrico Superior (Hoja de Moreruela de Tábara).

3) La tectónica de plegamiento parece ser que comienza al final del Silúrico Inferior, puesto que existen cantos de esquistos, cuarzoesquistos y en general de rocas metamórficas con una esquistosidad interna discordante con la existente en la matriz y en las demás rocas circundantes en los materiales del Silúrico Superior, MARTINEZ GARCIA (1972), RIBEIRO et al. (1974), ALDAYA et al. (in litt), Hoja de Moreruela de Tábara (1976).

Por tanto, la edad del metamorfismo asociado al plegamiento probablemente caledónico sería de edad Silúrico Inferior.

Ello provocaría una importante laguna estratigráfica que alcanzaría a los tramos altos ordovícicos y al Silúrico Inferior.

4) La edad de las otras fases posteriores resulta problemática establecerlas debido a la ausencia de materiales postsilúricos. Por correlación con los dominios cantábricos pensamos puedan asignarse edades que oscilarían entre el Famenense al Westfallense, WAGNER et al. (1974).

5) Antes de la deposición de los materiales terciarios, los materiales prehercínicos han debido de sufrir etapas de fracturación y erosión que se situarían en el Mesozoico, sin poder precisarse la edad de estas deformaciones. Esto da lugar a un fuerte relieve proporcionando depresiones y cubetas propicias para la deposición de los materiales terciarios.

Debido a la erosión diferencial, las depresiones están proporcionadas por los núcleos anticlinales en los que se sitúa el «Olló de Sapo» y valles de dimensiones más reducidas que generalmente es donde se sitúan las series de pizarras y alternancias de cuarcitas y pizarras, dando relieves más acusados los crestones de cuarcitas.

La sedimentación de los materiales del Terciario es de tipo continental, con intercalaciones de fuertes arribadas, con posibles etapas de inundación de tipo lacustre. El clima, probablemente de sabana, con períodos de aridez y otros de intensas lluvias que tiende a un clima subtropical.

En las zonas más marginales donde el Terciario entra en contacto con las facies pelíticas del Paleozoico, existen una serie de materiales que proceden de alteración «in situ» o poco desplazadas de las pizarras, que son de las mismas características de las del Terciario y en ocasiones es muy difícil distinguirlas.

A nivel de la presente Hoja no se observa que existió una variación de la facies Tierra de Campos Marginal en sentido evolutivo de la cuenca, y únicamente puede señalarse que las intercalaciones detríticas son más finas en general hacia el E-SE.

El clima es probablemente de tipo sabana, con grandes períodos de aridez y otros de intensas lluvias que tiende a un clima subtropical y ambiente continental.

La zona terciaria que comprende la Hoja es azoica y su datación cronológica se hace a través de los yacimientos fosilíferos encontrados en la Hoja de Benavente, y la serie resultaría ser Vallesiense.

6) Posterior a estos sedimentos del Vallesiense que producirían una superficie de penillanura se produce una nueva etapa de erosión debida a cambios de nivel de base o bien a movimientos ascendentes en la vertical de la cabecera.

Nuevos impulsos dentro del Cuaternario debido a movimientos epirogénicos con fracturaciones que afectarían al basamento rígido y basculamientos implicarían el encaje de la red actual que se va instalando siguiendo direcciones debidas posiblemente a las estructuras tectónicas del basamento, proseguidas probablemente hasta nuestros días.

Existen varios niveles de terrazas, en los que a nivel de la Hoja podemos observar una etapa muy ampliamente representada que corresponde a la terraza Q_{1T_5} , en la que el potencial de energía es de gran energía transportando cantos de grandes dimensiones.

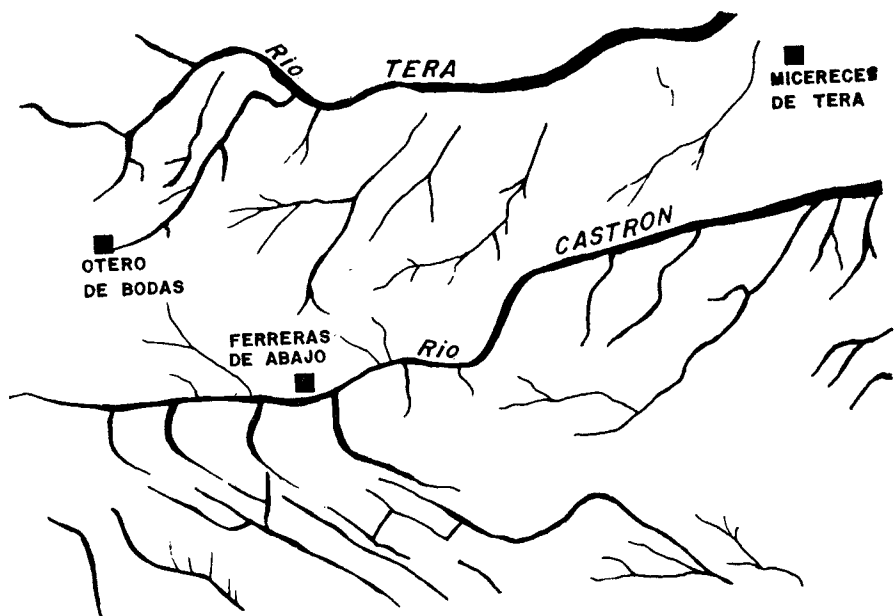
Posteriormente, en la actualidad la red se encaja transportando gran cantidad de sedimentos y dado su clima subárido, con grandes arribadas de agua de gran energía, sobre todo en primavera, procede al desmantelamiento de las terrazas y demás materiales en su acción erosiva remontante.

3.1 ASPECTOS FISIOGRAFICOS

El modelado dominante es el de una penillanura de cota 730 a 320 m. sobre la que destacan montes islas de cuarcitas o cuarzo-filitas de altura 850 a 1.000 m., resultante de la actuación de una erosión diferencial desarrollada fundamentalmente a partir del Cretácico y una vez iniciado el Paleógeno, SOLE SABARIS (1958).

Esta penillanura sufre posteriormente un rejuvenecimiento con desmantelamiento posterior a finales del Mioceno y comienzos del Cuaternario. Esta etapa generada en clima subtropical ha sido la causante de la actual configuración de sedimentos, coluviones, etc. La red fluvial se instala en continuación de las etapas glaciares e interglaciares de tan amplia representación en dominios noroccidentales (Hoja de Puebla de Sanabria).

Actualmente la red fluvial potente obedece a dos tipos diferentes distribuidas en dos dominios presentes. Por una parte, en el septentrional se observan unas claras direcciones principales NE-SO (ríos Tera y Castrón), que drenan prácticamente el 80 por 100 de la Hoja, según redes angulares más o menos anastomosadas o impuestas sobre terrenos del «Olló de Sapo» o bien sobre la cobertera, en franca exhumación de relieves fósiles, mani-



Escala: 1:250.000

Figura 4.—Tipos de redes fluviales.

festándose claramente la presencia de una tectónica de fracturación profunda de la cual la red actual es claro reflejo (fig. 4).

Por otra parte, en los dominios meridionales y más concretamente en la esquina suroriental se observa una red fluvial típicamente ortogonal y/o rectangular impuesta por el tipo de relieve Apalachiano. El valle de Ferreras de Abajo modifica en parte este esquema al actuar como valle capturante cuyos emisarios procedentes de la Sierra de la Culebra marcan claramente las curvas de los codos de captura de ríos que presumiblemente desembocarían hacia el SE.

La red hidrográfica actual en los principales cauces fluviales se presenta desarrollando una depresión o cuesta de 10 a 50 m. en los niveles inferiores terciarios, coronados éstos por una extensa capa detrítica (terrazza) o bien encajada en los terrenos paleozoicos, señalándose terrazas y meandros indicativos de fluctuaciones del nivel de base.

4 PETROLOGIA

4.1 DESCRIPCION PETROLOGICA DE LAS SERIES

«Olló de Sapo» (PC-CA)

Se trata de una serie volcánica de composición ácida transformada por procesos metamórficos de grado bajo. Mayor extensión y, por tanto, una descripción más exhaustiva existe en la Hoja de Peque (11-12), IGME (1976).

Aquí únicamente se observa la facies de megacristales que tiene una gran uniformidad petrológica. Las pequeñas particularidades de unas muestras a otras no tienen control estratigráfico.

Mineralógicamente se compone de cuarzo, albita y sericita principalmente. Suele haber además feldespato potásico y biotita. Accesorios son apatito, circón, esfena, opacos y epidota y de forma ocasional rutilo, turmalina y leucóxeno.

La textura es blastoporfídica y los fenocristales son de cuarzo y albita, de tamaño variable, generalmente de varios milímetros.

Los fenocristales de cuarzo tienen frecuentes golfos de corrosión y vacuolas y están estallados con penetración de la mesostasis.

La albita constituye blastocristales prismáticos alargados o xenomorfos, se macla polisintéticamente o en damero y está frecuentemente sericitizada. Se dispone dispersa o en agregados e incluye en ocasiones pequeños cuarzos y plagioclasa.

El feldespato potásico (microclina) sustituye a la plagioclasa, pudiendo quedar ésta a modo de pertitas residuales. Rara vez está en la mesostasis y en este caso generalmente se sitúa en las colas de presión de los fenocristales.

La biotita suele sustituir agregados alargados con la esquistosidad de láminas hipidiomorfas diablásticas, que incluyen pequeñas plagioclasas, esfenas, opacos, circón, apatito, y epidota. Rara vez se encuentra en la matriz y en las colas de presión de los fenocristales.

La sericita constituye pseudomorfos en la matriz con orientación interna que pueden incluir epidota y esfena.

Entre los accesorios, el apatito forma gruesos cristales idiomorfos y solamente es acicular, incluido en fenocristales. El circón bipiramidado se sitúa en los agregados biotíticos y también en la matriz disperso. La esfena pasa periféricamente a opacos. La epidota puede estar en relación con plagioclasa o biotita.

La matriz es filítica de grano fino cuarzo-sericítica en cantidad variable de ambos minerales. Ocasionalmente hay también pequeñas plagioclasas.

Estructuralmente tiene una esquistosidad planar y crenulación interna no manifiesta en la matriz.

Ordovícico Inferior. Esquistos y pizarras con Intercalaciones cuarcíticas (O₁, O_{1q})

Son filitas y esquistos filíticos, frecuentemente arenosas. Es característica la clorita y una incipiente biotita en blastos postesquistosos.

Están compuestas por sericita y/o moscovita, generalmente cuarzo tamaño fino, opacos y turmalina accesoria.

Las cuarcitas son como las que se describen más adelante como en la formación Culebra, con óxidos de hierro, sericita intersticial en cantidad variable, turmalina, circón, rutilo, escaso apatito y leucoxeno como accesorios. Estos pueden situarse dispersos, alineados o definiendo estratificación cruzada. Hay algunas micas detríticas y plagioclasa en muy pocas muestras.

Próximos a las cuarcitas culminantes se encuentran unas metareniscas más gruesas, con cantos de cuarzo de 1,6 mm. y fragmentos de roca cuarcítica.

La mayor parte de los accesorios están bien redondeados y los circones presentan una capa de crecimiento secundario.

Cuarcitas en bancos continuos. Formación Culebra (O₁₂)

Petrológicamente son rocas de una gran monotonía. Se trata de cuarcitas que especialmente tienen hacia el techo unas características de tránsito tales como un cierto carácter micáceos y cemento ferruginoso.

Las cuarcitas típicas son de grano medio (0,3 mm.) y fino equigranular y frecuentemente alargado con una escasa matriz sericítica intersticial (que se hace más abundante a techo de la formación).

Los accesorios más frecuentes son circón y opacos, esporádicamente hay además rutilo, turmalina (parcialmente neoformada) y escaso leucoxeno. Suelen estar dispersos, pero a veces se disponen también alineados, definiendo la primitiva estratificación. Están bien redondeados.

Junto al nivel superior hay metapelitas arenosas con clastos de unos 0,1-0,2 mm. en una matriz sericítica dominante y orientada. A veces puede haber feldespatos, tanto feldespato potásico como plagioclasa.

Ordovícico Medio y Superior (O₂₋₃)

Se observan los siguientes tipos litológicos: filitas, frecuentemente arenosas y ferruginosas y cuarcitas micáceas o metacuarzoareniscas, también frecuentemente ferruginosas.

Las filitas constituidas fundamentalmente por sericita, tienen textura lepidoblástica y esquistosidad más o menos penetrativa. Casi siempre tienen algo de cuarzo muy fino que aumenta de tamaño al hacerse más abundante y adquiere a veces una cierta heterometría de tamaños. Como accesorios hay circón y turmalina. Ocasionalmente hay también clorita y los óxidos de hierro, muy frecuentes, se disponen en venas, manchas o también impregnando las micas.

Las cuarcitas suelen ser bastante micáceas y el tamaño de grano generalmente fino y equigranular. La textura es lógicamente granoblástica y hay circón, turmalina y leucoxeno como accesorios. Los óxidos, también frecuentes, están además en pajuelas dispersas.

4.2 METAMORFISMO

Las rocas paleozoicas de la Hoja de Ferreras de Abajo están afectadas por un metamorfismo regional de bajo grado (WINKLER, 1974). La asociación omnipresente es la de cuarzo-moscovita-clorita-(cloritoide) que corresponde a la primera subfacies barrowiense denominada de «cuarzo-albita-moscovita-clorita». Esporádicamente hay biotita, en general incipiente en el Ordovícico y bien constituida aunque coexistiendo con matrices a veces casi pizarrosas en el «Ollo de Sapo». Esta segunda asociación con biotita corresponde a la segunda subfacies de «cuarzo-albita-epidota-biotita», que es la más elevada que alcanza el metamorfismo regional de esta Hoja.

En un nivel metamórfico tan somero, sería especulativo cualquier intento de definir las características básicas del mismo. El nivel térmico alcanzado se puede suponer de unos 400-450° C de forma aproximada y considerando las paragénesis ya citadas.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

En la Hoja estudiada existen indicios de hierro y oro, ambos de escasa importancia económica.

Los indicios de hierro denominados la Esperanza y Paca, ambos incluidos en las cuarcitas arenigienses, no son más que rellenos filonianos e impregnaciones de las zonas inmediatas a los filones.

Los filones son siempre concordantes con la roca de caja o sea con las cuarcitas y parecen corresponder a removilizaciones de mineralizaciones singenéticas, siempre de escasa importancia.

Estos indicios están situados en el término de Faramontanos de Tábara.

Los indicios de las labores de oro se localizan en el término de Santa María de Valverde y Santa Croya de Tera, remontándose probablemente a épocas romanas como la mayoría de los indicios de Au que existen en la provincia, deducible por otra parte por el tipo de labores en ellos excavados.

Se trata de yacimientos sedimentarios diseminados en las facies clásticas terciarias, así como en los aluviales, en donde a veces pueden llegar a existir concentraciones interesantes que serían en principio fácilmente explotables si su cubicaje así lo demandase.

Canteras

Solamente encontramos tres canteras en actividad de algún interés económico, situadas al N de la Hoja.

Se trata de canteras en el aluvial del río Tera del que se extraen gravas para la construcción y obras públicas y una dentro del Mioceno en la que se explotan arcillas para la fabricación de productos cerámicos.

Las canteras de áridos se encuentran en los términos de Camaranza de Tera y Santibáñez de Tera, y la tercera, para arcillas en el de Santa Croya de Tera.

Independientemente existieron otras en variados materiales, resaltándose especialmente aquellas desarrolladas en las cuarcitas de la formación Culebra en la carretera de Despeñaperros a Morales de Valverde. Explotaron bancos de cuarcitas probablemente para obras civiles.

En general se puede concluir afirmando que en la presente Hoja existen diferentes tipos de rocas industriales, gravas y cuarcitas fundamentalmente, cuya finalidad principal hay que buscarla en obras públicas (carreteras, embalses, pistas, etc.).

Un tercer tipo de material canterable lo han constituido las arcillas terciarias como elemento de construcción (tejares, ladrillos...). Para este tipo de aprovechamiento sugeriríamos como fundamental antes de realizar cualquier tipo de explotación, la ejecución de estudios previos, que tengan como finalidad establecer una cubicación primaria y un grado de bonanza homogénea, dada la heterogeneidad de estas formaciones terciarias. A tal respecto se podría afirmar que cualquier explotación podría resultar altamente rentable dadas las altas cubicaciones de material así como la buena infraestructura viaria desarrollada en todo el ámbito de la Hoja, excepto en el cuadrante tres.

5.2 HIDROGEOLOGIA

El Instituto Geológico y Minero de España a través de la División de Aguas Subterráneas y dentro del Programa de Investigación de Aguas Sub-

terráneas, comenzó en el año 1972, el estudio geológico de la Cuenca del Duero, aunque anteriormente había realizado estudios parciales en colaboración con diversas Diputaciones Provinciales.

Para el estudio a gran escala de esta extensa cuenca hidrogeológica, se comenzó por realizar una puesta al día de los conocimientos hidrogeológicos básicos, indispensables para la preparación de programas de investigación ambiciosos, cuyo fin será determinar los recursos de aguas subterráneas de la cuenca, las zonas apropiadas de explotación, los métodos y régimen apropiados de explotación. Se centró el interés en primer lugar, de los acuíferos cautivos del Terciario, que son los más importantes.

Para ello se han seleccionado 504 sondeos, en los que se realizan medidas periódicas al objeto de observar la fluctuación de niveles de agua. En la zona se ha observado que entre noviembre de 1972 y marzo de 1973, hay un ascenso de los niveles, de hasta 2 m., en el sector noroccidental. Para conocer los parámetros hidrodinámicos se han ejecutado 30 ensayos de bombeo con los que se ha obtenido los primeros valores de transmisibilidad y coeficiente de almacenamiento. En estos trabajos ha colaborado el IRYDA a través de su Parque de Maquinaria. También se hicieron análisis de contenido de tritio para estudiar el tiempo de permanencia del agua en los acuíferos; análisis de datos hidrológicos (pluviometría, evapotranspiración y caudales base de los ríos) y una primera evaluación de los volúmenes de agua extraída (se estima del orden de 135 Hm³/año en la cuenca).

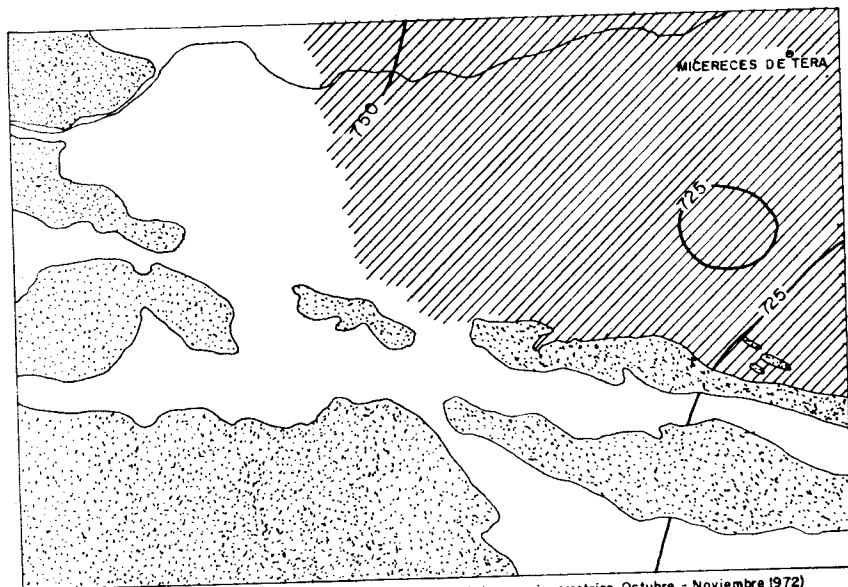
En función de estos datos, se han establecido unas primeras conclusiones que pueden resumirse en:

- Los niveles permeables (arenas arcillosas, gravas, arenas y conglomerados), se disponen en forma irregular.
- En la circulación del agua, juega un importante papel el drenaje vertical a través de los niveles arcillosos.

Con las medidas realizadas en la red piezométrica establecida se construyó un mapa piezométrico de la Cuenca Terciaria del Duero (fig. 5) que ha permitido obtener una serie de conclusiones respecto al comportamiento hidrodinámico de la cuenca, PORRAS MARTIN (1973).

«La circulación de los acuíferos cautivos profundos tiene lugar sin el mantenimiento del caudal horizontal circulante, o lo que es lo mismo, existe un drenaje vertical, a través de los niveles arcillosos, debido a las diferencias de presión entre el agua en el acuífero o acuíferos cautivos y los niveles libres superiores.

Esta pérdida de caudal cambia por completo la interpretación del mapa piezométrico obtenido, ya que, en nuestro caso, las áreas bajo los ejes de los ríos, que en una interpretación clásica representarían zonas con una circu-






-  Paleozoico
-  Area Surgente
-  —750— Curva Isopiezométrica - Cota del nivel del mar

Figura 5

lación horizontal preferente, representan más bien bandas de caudal nulo, en las cuales, en profundidad, horizontalmente y en dirección del río, no circula caudal hacia la salida de la cuenca, a pesar de las consideraciones que se pueden hacer sobre las diferencias de energía potencial.

De esta forma se explica la relación de la piezometría con los niveles topográficos, ya que éstas son las que gobiernan la piezometría profunda, al representar, en último término, el drenaje de los acuíferos cautivos.

Esta consideración cambia por completo el enfoque del problema, sobre todo desde el punto de vista hidrodinámico, ya que se pone en juego un nuevo parámetro, la permeabilidad vertical, y anula además, el sistema de interpretación intuitivo clásico de las curvas piezométricas, que en este caso sólo podrán estudiarse a base de modelos matemáticos de dos o más capas con intercambio vertical y niveles impuestos en la capa superior.

Las precipitaciones dentro de la Hoja son medias a altas, con un valor mínimo de unos 470 mm. en Micereces de Tera, aumentando hacia el SO, en cuyo borde alcanza valores de 760 mm. La evapotranspiración es del orden del 70 por 100 al 80 por 100 de la pluviometría, quedando un remanente de lluvia útil de unos 50 a 150 mm., teniendo los valores más altos hacia el occidente de la Hoja.

Las formaciones con mayor interés hidrogeológico son el Terciario y los depósitos fluviales más modernos. De menor importancia es el Paleozoico.

Como ya hemos dicho, el Terciario es la unidad hidrogeológica más interesante dentro de la Hoja. De su comportamiento hidrodinámico ya hemos hablado anteriormente. En él se encuentran las mayores posibilidades de alumbrar aguas subterráneas, dentro de la Hoja. La potencia es escasa y difícilmente se alcanzan los 100 m. Los acuíferos de esta formación son artesianos, y los caudales son del orden de algunos l/s. La calidad química de estas aguas es generalmente buena y se suele emplear para abastecimientos urbanos.

La transmisibilidad, por datos que se tienen de ensayos de bombeo, en regiones cercanas, es del orden de 1 m²/s.

El Cuaternario, tiene un menor interés que el Terciario, si exceptuamos las formaciones más modernas tipo llanuras aluviales. Estas aunque de poco espesor, tienen amplitud y una permeabilidad aceptable, así como una fuerte recarga debida a los cursos de agua superficial. Las obras de captación que se realizan en estos depósitos aluviales, tienen por lo general, un gran diámetro, con el fin de tener una mayor superficie filtrante, y sus aguas son utilizadas preferentemente para regadíos.

Los afloramientos paleozoicos tienen un escaso valor hidrogeológico, debido a su baja permeabilidad, exceptuando los niveles cuarcíticos, que por su fuerte fracturación, pueden presentar una buena permeabilidad «en grande».

La División de Aguas Subterráneas del IGME, ha censado en esta Hoja un total de 13 puntos de agua, que actualmente se encuentra codificado en fichas especiales para su tratamiento por ordenador.

6 BIBLIOGRAFIA

ALBERDI, M. T., y AGUIRRE, E. (1970).—«Adicciones a los Mastodontes del Terciario español». *Est. Geol.*, vol. XXVI, núm. 4, pp. 401-415. Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid.

ALDAYA, F.; CARLS, P.; MARTÍNEZ GARCÍA, E., y QUIROGA, J. L. (in litt.)—«Nuevas precisiones sobre la edad de la serie de S. Vitero (Zamora, Noroeste de España)». *C. R. Acad. Sc. París*.

- ARRIBAS, A., y JIMENEZ, E. (1971).—«Mapa geológico de España escala 1:200.000». *Síntesis de la cartografía existente*. Hoja 28-Alcañices. IGME, Madrid.
- BERGOUNIOUX, F., y CROUZEL, F. (1958).—«Les mastodontes de L'Espagne». *Est. Geol.*, vol. XIV, pp. 223-365. Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid.
- ESPEJO, R.; TORRET, J., y REGUERO DE LABURU, C. (1973).—«Contribución a la caracterización de niveles superiores de terrazas fluviales en ríos españoles». *Bol. Real. Sc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, tomo 71, núms. 3-4, pp. 231-236.
- CAPDEVILA, R. (1969).—«Les métamorphisme regional progressif et les granites dans le segment Hercynien de Galice Nord Orientale». *Facult. des Sc. de Montpellier*. These.
- FERRAGNE, A. (1972).—«Le précambrien et le paléozoïque de la province d'Orense (Nord-ouest de l'Espagne). Stratigraphie-Tectonique-métamorphisme». *These. Fac. de Sc. de Bordeaux*.
- IGME (1970).—«Hoja núm. 18-León, escala 1:200.000».
- (1971).—«Estudio hidrogeológico de la cuenca terciaria de la provincia de Zamora». División de Aguas Subterráneas del IGME (inédito).
- (1972).—«Mapa hidrogeológico de España a escala 1:1.000.000 y Mapa de Síntesis de acuíferos».
- «Inventario de puntos de agua de la cuenca del Duero». Archivo Central de la División de Aguas Subterráneas del IGME.
- LOTZE (1945).—«Observaciones respecto a la división de las Variscidas de la Meseta Ibérica». *Publ. Extr. sobre Geol. España*, tomo V, pp. 149-166. Trad. de J. M. Ríos. Madrid
- JIMENEZ, E. (1970).—«Estratigrafía y paleontología del borde Sur-occidental de la cuenca del Duero». Tesis Doctoral. *Fac. Cienc. Hn.* Salamanca.
- MABESOONE, J. M. (1961).—«La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la cuenca del Duero (provincia de Palencia)». *Est. Geol.*, vol. XVII, núm. 2. Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid.
- MARTINEZ GARCIA, E. (1971).—«Edad de la formación Ollo de Sapo en la zona de Sanabria (NW de España)». *R. S. H. Hist. Nat.*, tomo centenario. Madrid.
- (1972).—«El Silúrico de S. Vitero (Zamora). Comparación con series vecinas e importancia orogénica». *Acta Geolog. Hisp.*, tomo VII, núm. 4, pp. 104-108.
- (1973).—«Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria (provincias de Zamora, León y Orense). Noroeste de España». *Studia Geológica*, V, pp. 7-106, Salamanca.
- MARTINEZ, GARCIA, E., y CORRETGE, L. G. (1970).—«Nota sobre la serie metamórfica de Porto-Villavieja (Zamora-Orense)». *Stud. Geol.*, núm. 1, pp. 47-58, Salamanca.

- MATTE, Ph. (1965).—«Sobre el vulcanismo siluriano del sinclinal de Truchas (NO de España)». *Not. y Com. del IGME*, vol. 8, pp. 175-178, Madrid.
- (1968).—«La structure de la virgation hercynienne de Galice». *These Fac. de Sc. de Montpellier*.
- PARGA PONDAL, I.; MATTE, Ph., y CAPDEVILA, R. (1964).—«Introducción a la geología del Olló de Sapo. Formación porfiroide antesilúrica del NO de España». *Not. y Com. del IGME*, vol. 76, pp. 119-154, Madrid.
- PORRAS MARTIN, J. (1973).—«Estudio hidrogeológico de la cuenca del Duero». *Boletín IGME*, tomo LXXXIV.
- RIBEIRO, A., et RIBEIRO, L. (1974).—«Significacion paleogeographique et tectonique de la presence de galets de roches metamorphiques dans un flysch d'age devonien superieur du Tras-os-Montes oriental (Nord-Est du Portugal)». *C. R. Acad. Sc. Paris*, 278, pp. 3161-3164.
- RIEMER, W. (1966).—«Datos para el conocimiento de la estratigrafía de Galicia». *Not. y Com. del IGME*, núm. 81, pp. 7-20, Madrid.
- SOLE SABARIS, L. (1958).—«Observaciones sobre la edad de la penillanura fundamental de la meseta española en el sector de Zamora». *Breviora Geológica Astúrica*, año II, núms. 1-2, pp. 3-8, Oviedo.
- WAGNER, R., y MARTINEZ GARCIA, E. (1974).—«Geosynclinal folding phases and foreland movements in Northwest Spain». *Studia Geol.*, VIII, Salamanca.
- WINKLER, H. G. F. (1974).—«Petrogenesis of metamorphic rocks». *Springer Verlag Ed.*