

NOTA PRELIMINAR SOBRE EL ESTUDIO GEOLOGICO DE LOS ALREDEDORES DE SAN PABLO DE LOS MONTES (TOLEDO)

por M. A. DE SAN JOSÉ LANCHÁ

Se ha estudiado durante 1965 una zona de aproximadamente 90 km.² de extensión, situada en los alrededores de San Pablo de los Montes (Toledo), correspondiente a la Hoja 684 (Navahermosa) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, y que comprende parte de la alineación más septentrional de los Montes de Toledo. En el área meridional de dicha zona aparece una interesante serie del Cámbrico y Ordovícico, mientras que hacia el Norte se encuentra un amplio batolito granítico que ha metamorfozido los materiales paleozoicos. Contribuye a dar carácter a la morfología de la región la existencia de importantes pedimentos de edad Villafranquiense, localmente denominados «rañas» y de posteriores formaciones de ladera bien desarrolladas.

I. ANTECEDENTES

La zona cuyo estudio nos ocupa sólo había sido objeto hasta el presente de reconocimientos a gran escala (GÓMEZ DE LLANERA, J., 1916) o bien de breves notas acerca de problemas muy particulares, generalmente en localidades limítrofes (GÓMEZ DE LLANERA, J. 1914 y DEL PAN, I., 1922-23). Es LOTZE, F., (1929), quien sienta las bases estratigráficas de la región en su amplia síntesis sobre el Cámbrico español, obra hasta ahora no superada. Con posterioridad y al N. de la zona, han sido estudiadas las relaciones entre el Cámbrico inferior y el Brioveriense con su basamento migmatítico por LLOPIS LLADÓ, N. y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1963), siendo los trabajos más modernos que sobre las cercanías de los Montes de Toledo han sido publicados hasta la fecha.

II. MORFOLOGIA

La región estudiada consta de tres unidades geográfico-geológicas bien diferenciadas: al N. una llanura ondulada granítica, parcialmente ocupada por rañas residuales; en el centro y en el S. de la zona, la alineación de los Montes

de Toledo, formada por una cadena de cerros paleozoicos generalmente separados por angostos valles transversales orientados de NW. a SE en la parte occidental de la zona, mientras que hacia levante viran hasta colocarse de E. a W. iniciando una inflexión que se acentúa ya fuera de zona. En el borde S. se encuentra la fosa-sinclinorio del Bullaque, recubierta por espectaculares rañas, y formada por pizarras arcillosas del Ordovícico.

Superficies de erosión muy interesantes son:

A) El nivel de cumbres de los Montes de Toledo, desarrollado sobre los 1.400 m. de altitud, muy constante y que parece corresponder al nivel de la penillanura finipontense.

B) Un segundo nivel, no representado en nuestra zona, pero sí al S. de ella (Sierra de Cantomenudo, en Retuerta de Bullaque), que oscila entre los 1.000-1.040 m. de altitud, de edad desconocida.

C) Una última superficie de arrasamiento continental árido, con niveles de base variables, que parece corresponder a la «piedmonttreppe». Se trata del nivel de las rañas (HERNÁNDEZ PACHECO, F. 1949), que en el valle del Bullaque asciende en pronunciado glacis hasta los 950 m. de altitud, mientras que en la parte N. no llega más allá de los 960 m. descendiendo ya muy lejos de nuestra zona hasta los 600-620 m. de la penillanura elevada al S. de Toledo.

El drenaje es detritico en los pedimentos; de tipo rectangular, condicionado por diaclasas y fallas, en la penillanura granítica.

Es de destacar la existencia de abundantes formas de relieve invertido, como corresponde a un país con dilatada historia erosiva.

III. ESTRATIGRAFIA

La sucesión estratigráfica que aparece en esta región de los Montes de Toledo, abarca desde el Cámbrico medio e inferior, con límite poco preciso, hasta el Llandeilo. No conocemos en nuestra zona rocas de edad más alta que el Ordovícico medio, si se exceptúan los granitos indudablemente póstumos o pos-tectónicos hercynianos, hasta la deposición del Pliocuaternario continental árido (Villafranquense) de las rañas. No obstante, en el ámbito de los Montes de Toledo aparecen en ciertos puntos afloramientos de Ordovícico superior, Silúrico e incluso Devónico, y en los bordes de la fosa del Tajo existen un Cretácico inferior transgresivo y un Paleógeno levemente plegado sobre los cuales se deposita el Mioceno continental del Valle del Tajo. Igualmente por debajo del Acadiense representado en nuestra zona, se sabe aparece un Georgiense detritico, y bajo él un Precámbrico IV (Brioveriense) en facies geosinclinal, con base transgresiva e intercalaciones volcánicas («Serie de Valdela-casa», LLOPIS, N. y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L., 1963), discordante sobre un basamento migmatítico de edad posiblemente Karélica, presente en Toledo (LLOPIS LLADÓ, N. y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L., 1963).

Aún cuando la intensa tectónica germánica de edad alpina y la avanzada peneplanización enmascaran la potencia de diversos pisos, nos ha sido posible medir los siguientes espesores:

CUATERNARIO

- Aluviones (5-10 m.).
- Canchales (5-15 m.).
- Fanglomerados (10-15 m.).

PLIO-CUATERNARIO

Villafrankiense

- Rañas (hasta 30 m.).

ORDOVÍCICO

Llandeilo

- Pizarras arcillosas negras a veces arenosas. Gran espesor (vistos 100 m.).
- Pizarras pardas, flysch en la base (60-75 m.).

Arenig

- Cuarcita armoricana, en bancos gruesos, con areniscas y flysch en la base (250 m. vistos).

SERIE DE TRANSICIÓN

Potsd. Trem.

- Flysch cuarcita parda-arenisca moscovítica (250 m. vistos).

CÁMBRICO

Potsdamiense

- Pizarras arcillosas gris verdosas, areniscas y cuarcitas en el techo (60-80 m.).
- Pizarras pardas silíceas con filoncillos de cuarzo en el techo (40-50 m.).
- Flysch arenisca-ortocuarcita (8 m.).

CÁMBRICO

Acadiense

- Pizarras masivas silíceas, de color oscuro verdoso. 75 m. (visibles 40 m.).

Georgiense superior-Acadiense

- Calizas, dolomías, calizas margosas y arenosas, calcopelitas, cuarcitas intercaladas. En el techo, pizarras con intercalaciones de cuarcitas y calizas (300-340 m.).

Los materiales más antiguos con que nos encontramos son las calizas mármóreas del Acadiense, cuya base pudiera ser Georgiense (LOTZE, F., 1929 y MELÉNDEZ, B., 1943). Comprenden una alternancia de calizas, calizas fajeadas tipo flysch, dolomías pardas y calizas margosas y arenosas con intercalaciones de pizarras sobre todo en el techo. Son abundantes las facies de «caliza de algas», «caliza rizada» (SIMÓN, W. 1953) y caliza de tipo recifal con restos de

posibles Arqueociátidos. No obstante su origen biohértico («s. 1.»), se depositaron en un ambiente sedimentario detrítico, de borde de plataforma, a cuyas areniscas y pizarras pasan lateralmente y en el techo. Aumentan notablemente de espesor hacia el N. donde existiría un posible arrecife, y de la posición de los restos de presuntos Arqueociátidos, se ha deducido la existencia de una fuerte pendiente (35-45°) hacia el S. Los aportes detríticos proceden del N. y son muy abundantes los silíceos finos tipo «chert», varvados. Ocasionalmente, las calizas margosas negras contienen pirita.

El Acadiense superior está formado por cerca de 75 m. de pizarras silíceas masivas verdes oscuras, pardas en la base, a las que pasa la serie caliza mediante intercalaciones de cuarcitas pardas y de pizarras margosas. No contiene fauna.

La base del Potsdamiense, levemente regresiva, es un flysch poco potente de areniscas y ortocuarcitas grises, con patina parda o azulada, sobre el cual se sitúan de 40 a 50 m. de pizarras silíceas pardas, con diaclasado paralelepípedo y abundantes filoncillos de cuarzo en el techo. Sobre esta serie aparece un paquete de 60 a 80 m. de pizarras gris verdosas, alternando hacia arriba con cuarcitas y areniscas.

De edad incierta, pero atribuible al lapso de tiempo comprendido entre el Potsdamiense medio y el Arenig, o sea, Potsdamiense alto-Tremadoc, aparece un potente flysch de ortocuarcitas pardas y areniscas finas moscovíticas, lajosas, plagado de Scolithus y huellas de fauna bentónica. En la base es posible exista un conglomerado fino, discontinuo, que sólo se ha observado degradado a coluviones. El techo de este tramo se enriquece en bancos gruesos de cuarcita, pasando insensiblemente al Arenig.

El Ordovícico está representado en su base por las potentes Cuarcitas Armóricanas, blancas y sacaroideas, alternando con bancos de arenisca lajosa o con tramos de flysch, que hacia arriba se resuelven en una sucesión de gruesos bancos de cuarcita, los cuales en el techo toman color pardo a la vez que adelgazan notablemente.

Sobre la Cuarcita Armórica se deposita una serie flysch cuarcita parda-arenisca gris parda de 40 a 50 m. de espesor. Sobre él, 4 m. de pizarras silíceas pardas. Un impulso regresivo está representado por 5 m. de flysch cuarcita-arenisca en capas finas, sobre el cual aparecen 3 m. de pizarras negras, un nuevo microflysch de capas de 20 cm. de cuarcita parda y por último las pizarras arcillosas con fuerte esquistosidad, semejantes a las de Angers y Luarca, y características del Llandeilo.

Dentro de la serie de transición de la Cuarcita Armórica a las pizarras del Llandeilo debe estar incluido el Llanvirniense, aún cuando no ha sido posible diferenciarlo.

Sobre todos los materiales paleozoicos y graníticos que integran la zona se sitúan en el Villafranquiense los pedimentos o «rañas» procedentes de montes-islas residuales en una penillanura árida. Dicha desertización continúa durante el Cuaternario, en forma de aureolas de fanglomerados que bordean los montes y hoy en día está representada por los abundantes canchales, producidos por descamación térmica.

IV. ROCAS HIPOGENICAS Y METAMORFISMO

En la parte N. de la zona estudiada se sitúa un amplio batolito constituido por granito biotítico de grano medio, atravesado por una red de diques de aplita a veces muy potentes, y muy localmente por pegmatitas. Esta intrusión provoca un metamorfismo de contacto poco intenso pero muy interesante en el Paleozoico, mientras que en ella se diferencia una facies de borde porfiroide, que en el contacto se transforma en aplítica. Expresión del citado metamorfismo son las mineralizaciones de magnetita (del PAN, I., 1922), la aparición de silicatos complejos y grosularia en las calizas, y el «mosqueado» de cordierita en areniscas y de quistolitas en pizarras («Fleckenschiefer»), las cuales a veces se transforman en corneadas (del PAN, I., 1923).

En líneas generales, el granito parece que ha emergido a baja temperatura, adaptándose a las estructuras del Paleozoico y siendo frecuentes las segregaciones de cuarzo en el contacto. No obstante, hay cúpulas batolíticas en las que la temperatura y la actividad han sido mayores, como en el Avellanar, con verdaderas inyecciones de granito, fuerte metamorfismo y aparición de pegmatitas con turmalina, rarísima en los granitos toledanos.

El aspecto y las relaciones con las rocas de caja de estos granitos nos indican su origen póstumo o postectónico herciniano, pero la edad no puede precisarse con exactitud. Se les ha supuesto anteriores a la peneplanización pretriásica, y emergidos a favor de fracturas de descompresión.

Las mineralizaciones son escasas, unas veces proceden de metasomatismo de contacto y otras son de origen hidrotermal, como algún filoncillo de tipo galena-blenda-pirita, con calcopirita, talco y baritina y otros de óxidos de Fe.

V. TECTONICA

Los materiales paleozoicos han sufrido un plegamiento sin complicaciones, de estilo jurásico suave. La dirección predominante es 140° , típica armoricana, si bien hacia el E. los pliegues tienen tendencia a ponerse E-W. quizá por adaptación a las formas de una masa continental situada al N. En conjunto se esboza el borde de un sinclinatorio, el del Bullaque, al N. del cual se situaba un amplio anticlinorio, hoy ocupado por granito, cuyos restos desmantelados son los montes islas de Noez, Layos y Nambroca, al S. de Toledo.

La edad del plegamiento es sin duda herciniana, probablemente de fase Astúrica «Westfaliense C-Cantabriense», y la intrusión granítica quizá corresponda a la fase Sálica o a la Pfálica. La influencia de los movimientos caledonianos en la tectónica regional es escasa, provocando a lo más impulsos transgresivos o regresivos por desplazamientos verticales del zócalo. Así, la fase Bohémica puede correlacionarse con la aparición de un flysch poco potente entre dos gruesos paquetes pizarrosos, y la fase Toledánica (LOTZE, F., 1929), con un dudoso conglomerado en la base del flysch Potsdamiense-Tremadoc. La fase Ibérica no ha podido ser comprobada pues la cuarcita armoricana presenta en el muro un tránsito gradual al flysch antedicho.

Las últimas fases hercinianas (Saálca y Pfálcica) probablemente esbozan ya las grandes fracturas de rumbo E-W. por las que emergen los granitos de nuestra zona, que a escala regional presentan un afloramiento alargado según aquella dirección, y movimientos posteriores fracturan dichos granitos permitiendo el paso a las aplitas, última muestra de actividad magmática en la zona. Respecto a éstas, hay que destacar la importancia de los diques E-W., que bordean el frente montañoso septentrional, a veces de más de 100 m. de potencia (Fuente Santa), y que confirman el carácter de gneoclasa de las anteriormente citadas fracturas. Direcciones predominantes en las aplitas son la E-W., 20-30°, 100°, 140° y 70° siendo raras 160° y 10°. Dato de importancia tectónica es el hecho de que los diques E-W. de aplita buzan todos hacia el S.

La zona de debilidad tectónica (fracturas E-W. posthercinianas, emersión de granitos) a que nos hemos referido vuelve a ponerse de manifiesto en el ciclo alpino, durante el cual los materiales paleozoicos y graníticos, ya cratonizados, se fracturan según direcciones principales E-W. (con buzamiento tanto al N. como al S.), 20°-30° (Sistema que hacia oriente llega a ser de 170°, en el centro N-S, y hacia el W, 30°) 100°, 120° y 10°. Los sistemas 120° y el 10° se caracteriza por las brechas de falla cementadas por cuarzo, lo cual indica su formación precoz, próxima al cese de actividad magmática, y mientras que el primero delimita la fosa-sinclinorio del Bullaque, el segundo parece haber jugado en varias (de la brecha cementada se pasa lateralmente a microbrecha y a arcilla de falla, que de pertenecer al mismo movimiento estarían igualmente cementadas), incluso con desplazamiento horizontal.

El estudio minucioso de las fracturas E-W. alpinas nos indican que el bloque levantado, situado al N. de la actual alineación de los Montes de Toledo, ha desaparecido por erosión, mientras que éstos, lejos de constituir un «horst», forman en realidad parte del graderío de transición a la fosa del Bullaque.

La edad de estas fracturas es, para los sistemas 120° y 10°, posiblemente paleokimmerica por su relación con el magmatismo postherciniano, y para el E-W., contemporánea con la fase áustrica que esbozó la Fosa del Tajo (albense-cenomanense de Toledo), con un rejuvenecimiento posterior postponiense (elevación de la penillanura al «nivel de cumbres» de 1.400 m.), quizá correspondiente a las fases rodánica o waláctica. Para el resto de los sistemas observados no podemos precisar la edad, considerándola alpina «sensu lato».

VI. PALEONTOLOGIA

Son escasos los restos fósiles que se encuentran en la zona. El metamorfismo de contacto provocado por el granito sobre las calizas georgiense-acadienses ha recrystalizado el conjunto, desapareciendo la mayoría de los fósiles. No obstante se han podido reconocer «fantasmas» de Arqueociátidos y estructuras de algas. El resto del Cámbrico es azoico, lo mismo que el flysch de transición y el Arenig, que en cambio están plagados de huellas de animales bentónicos, las cuales merecen por sí solas monografía aparte. No obstante, debe señalarse

el hecho de que huellas tipo «cruziana» aparecen no sólo en estos tramos, sino también en pizarras del Postdamiense.

Es en las pizarras negras del Llandeilo, semejantes a las de Luarca y Angers (pizarras de Synhomalonotus) donde se ha encontrado una interesante fauna de Graptolites, Braquiópodos, Pelecípodos y Trilobites. Respecto a esta fauna, hay que consignar los siguientes hechos:

1. — La existencia de *Asaphus nobilis* Barr, var *caudiculatus* Born, con la particularidad de que los ejemplares encontrados tienen aspecto completamente distinto de los estudiados por Born, A. (1953) en Almadén, puesto que, mientras que éstos semejan la quilla de un barco, dada la gran desproporción entre la longitud del raquis pigidial y la distancia del extremo de dicho raquis a la punta de la caudícula, los de San Pablo (EL RISCAL) son más alargados, con aspecto de hoja de álamo debido al incremento de esta distancia. Pudiera tratarse quizás de una variedad nueva.
2. — El que los citados *Asaphus nobilis* Barr, var. *caudiculatus* Born, que en Almadén aparecen en el techo del Llandeilo (zona del *Orthis calligramma*), se encuentran en San Pablo asociados a *Orthis calligramma* Dalm., *Redonias*, *Modiolopsis* y estratigráficamente por debajo de pizarras arcillosas compactas con *Didymograptus*, las cuales suelen caracterizar en Portugal la base del Llandeilo, mientras que en Almadén no aparecen.

El estudio concienzudo de la bioestratigrafía y paleoicnología de esta interesante zona se reflejará en trabajos posteriores.

VII. HISTORIA GEOLOGICA

La sedimentación herciniana se inicia en nuestra zona en época desconocida, debido a la intrusión de los granitos póstumos o posthercinianos, aunque es dado suponer que empiece en el Precámbrico IV Brioveriense, al igual que en los Montes islas de Noez, al N. de la zona (LLOPIS LLADÓ, SÁNCHEZ DE LA TORRE, 1963.) En el Georgiense superior-Acadiense existe deposición biohermal sobre la que se sedimentan pizarras verdosas, indicando clima cálido, aguas tranquilas, pendiente fuerte, actividad biológica intensa y subsidencia suave. Los aportes proceden de un continente en vías de penplanización, y la deposición en general es detrítico-bioquímica.

En relación con movimientos epirogénicos causados por la fase bohémica caledoniana se deposita un flysch psammítico en la base del Potsdamiense continuando la sedimentación de arcillas con techo regresivo cuarcítico-arenoso. Un problemático y discontinuo conglomerado (fase Toledánica) da brusco paso a una serie flysch de transición de edad poco precisa.

Transgresiva sobre estas series (Fase Ibérica) se deposita la potente cuarcita armoricana. Por medio de una serie tipo flysch alternando con pizarras, se pasa

a un Llandeilo pizarroso con abundante fauna más allá del cual no se conoce en nuestra zona sedimentación herciniana.

Las estratificaciones oblicuas disposición de la fauna, «slumpings», etc., nos indican la existencia de fuerte pendiente (hasta 45°) hacia el S. durante gran parte del ciclo herciniano y de una masa continental parcialmente peneplanizada hacia el N.

Durante el Cantabriense (Wesfaliense C-Estefaniense) se produce el plegamiento (Fase Astúrica) del conjunto sedimentario paleozoico con estilo jurásico suave. Las fases póstumas hercinianas (Saálica y Pfálica) permiten la intrusión de granitos y su fracturación posterior cediendo paso a importantes diques de aplitas. Simultáneamente a la intrusión granítica se produce un ligero metamorfismo de contacto dando lugar a yacimientos metasomáticos restringidos. La fase pegmatítica e hidrotermal postmagmática es muy débil indicando la baja temperatura de la intrusión.

Por correlación con regiones próximas suponemos que nuestra zona se vio afectada por la peneplanización pretriásica tras la cual las primeras fases alpinas esbozan la fosa del Tajo produciendo un primer levantamiento de los Montes de Toledo y la formación de la fosa del Bullaque (movimientos paleokiméricos y fase Astúrica).

Durante todo este lapso de tiempo nuestra zona es continente emergido, sufriendo sucesivos ciclos de peneplanización y epirogénesis.

Se establece en esta región a finales del Pontiene una penillanura casi perfecta, a la cual pertenece el actual nivel de cumbres de 1.400 m. y posiblemente el de 1.100 m. al S. de Retuerta y fuera de nuestra zona. La citada superficie se eleva a los niveles actuales gracias al rejuvenecimiento de fracturas alpinas durante las fases rodánica o waláckica.

Finalizado este ciclo se produce un arrasamiento parcial continental bajo clima árido, con montes islas residuales y las consiguientes aureolas de pedimentos (Rañas), durante el Villafranquiense. Las condiciones de aridez finalizan durante el Cuaternario antiguo, siendo residuos de ellas los importantes coluviones subáridos, y los extensos canchales. En la actualidad la red fluvial, conservada, se encaja denotando un nuevo levantamiento.

BIBLIOGRAFIA

BORN, A.

1953. «El Tramo de Calymene tristani en Almadén (Ordoviciense medio), su división y extensión. (Trad. B. Meléndez y M.^a Rogelia Fernández)». *Public. Extranj. sobre Geol. de Esp. C. S. I. C.* Tomo VII, n.º 3. pp. 173-263, con 3 figs. láms. XII-XX.

DEL PAN, I.

1922. «Nueva localidad de magnetita en la provincia de Toledo». *BOL. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.* Tomo XXII. pp. 274-276. Madrid.
1923. «Impresiones geológicas de una excursión al Puerto del Milagro (Montes de Toledo)». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo XXIII. pp. 260-265. Madrid.

GÓMEZ DE LLARENA, J.

1914. «Un ejemplo de metamorfismo en los Montes de Toledo». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo XIV. pp. 383-388. Madrid.
1914. «Excursión geológica a Navas de Estena (Montes de Toledo)». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo XIV. pp. 385-388. Madrid.
1916. «Bosquejo geográfico-geológico de los Montes de Toledo». *Trab. del Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Geol.* n.º 15. pp. 5-74, con 9 figs., 10 láms. Madrid.

HERNÁNDEZ PACHECO, F.

1949. «Las rañas de las sierras centrales de Extremadura». *C. R. XVI. Congr. Int. Geog. de Lisboa.* Tom. II. pp. 87-109, con 4 figs. VIII láms. Lisboa.

LOTZE, FR.

1929. «Zur Stratigraphie des Spanischen Kambriums». *Münster «Geologie».* Jahrbang 7. Heft. 3-6. s. 727-750. Berlín.

LLOPIS LLADO, N. Y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.

1963. «Sur la présence d'une discordance précambrienne aux schistes de Toledo, Espagne». *Compt. Rendue. Soc. Geol. de Franc.* Fasc. VII. pp. 250.
1963. «Sur l'estratigraphie du Précambrien du Sud-Ouest de Puente del Arzobispo (prov. de Cáceres, Espagne)». *Extrait du C. R. Somm. des Seances de la Soc. Geol. de Franc.* Fasc. 5. pp. 153.

MELÉNDEZ, B.

1943. «Los terrenos cámbricos de la Península Hispánica». *Trab. Inst. J. de Acosta. Ser. Geol. C. S. I. C.* Tom. I. n.º 1. Madrid.

SIMON, W.

1953. «Litogénesis de las calizas cámbricas de Sierra Morena». *Public. Extranjeras sobre Geol. de Esp. C. S. I. C.* Tomo VII, n.º 1, pp. 5-20, con 5 láms.