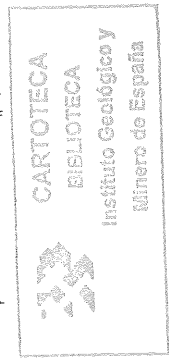


R.16823

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

E X P L I C A C I O N

DE LA

HOJA N.º 533

SAN LORENZO

DE

EL ESCORIAL

(MADRID)

San Lorenzo

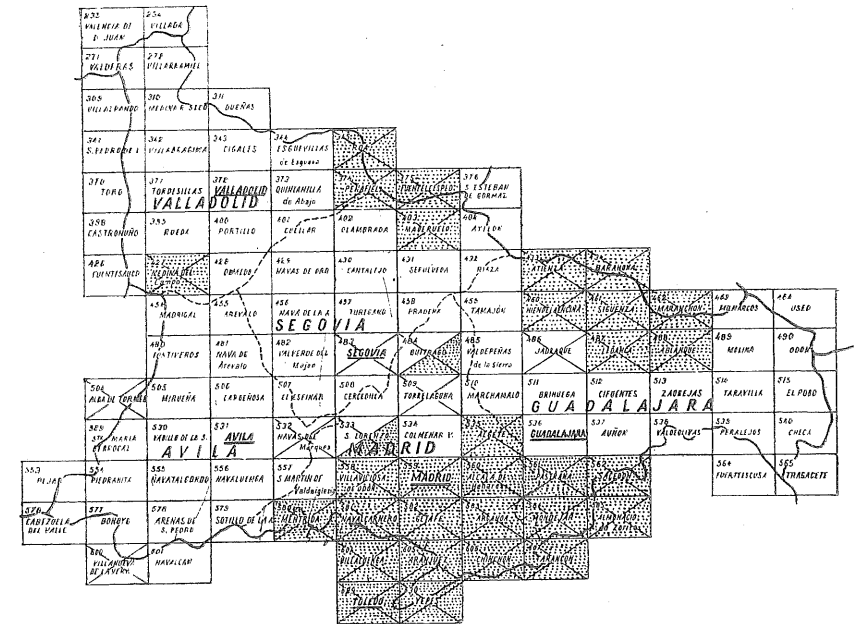
MADRID
C. BERMEJO, IMPRESOR
J. GARCÍA MORATO, 122.—TEL. 33-06-19
1956

CUARTA REGION GEOLOGICA

SITUACION DE LA HOJA DE SAN LORENZO DE EL ESCORIAL, NUMERO 533

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por D. Maximino San Miguel de la Cámara, con la colaboración de D. José María Fsúter Casas y D. Francisco de Pedro Herrera.

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



Publicada En prensa En campo

PERSONAL DE LA CUARTA REGION GEOLOGICA

Jefe: Ingeniero Sr. D. Francisco Solache.

Subjefe: Sr. D. Serafin de la Concha.

Ingenieros: Sres. D. Luis Badillo Diez, D. Antonio Marin, D. Tirso Febrel y D. José Suárez Feito.

INDICE DE MATERIAS

	Páginas
I Antecedentes y rasgos geológicos.....	5
II Rasgos de Geografía física y humana.....	21
III Estratigrafía y Petrografía.....	35
1 El complejo cristalino.....	35
2 El cretácico.....	66
3 El terciario.....	67
4 El cuaternario.....	70
IV Tectónica.....	73
V Minería y canteras.....	83
VI Hidrología.....	87
Bibliografía.....	95

ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

El Complejo Cristalino de España Central, en el que está situada la Hoja de San Lorenzo, está formado por un macizo granítico de dimensiones batolíticas al que están asociadas rocas metamorfolizadas con intensidad variable. Es, en conjunto, un gigantesco macizo tectónico que por el E. termina en el flanco sur-occidental de las Cordilleras Ibéricas y por el O. en las extensas regiones graníticas y metamórficas de la mitad N. de Portugal. Sus partes centrales, que son las más elevadas, corresponden geológicamente a las zonas más profundas, ya que las rocas que en ella aparecen son en su mayor parte granitos y rocas metamórficas, cuyo metamorfismo corresponde a las condiciones más intensas de la facies de las anfibolitas. Sus extremos, tanto el oriental como el occidental, forman regiones menos elevadas, y también menos profundas desde el punto de vista geológico, pues en ellos se observa una desaparición progresiva de los granitos y una intensidad decreciente en el metamorfismo que corresponde a las condiciones de la facies de las anfibolitas epidóticas o, incluso, a las de la facies de las pizarras verdes.

La zona central de este complejo cristalino, que por término medio tiene unos 50 km. de anchura, es una sucesión compleja de plataformas de altitud media cercana o superior a los 1.000 m. y de sierras con elevaciones superiores a los 2.000, orientadas en general según la dirección dominante en todo el macizo, la ENE-OSO. Esta disposición está condicionada, en su mayor parte, por factores tectónicos, hasta tal punto, que las sierras pueden considerarse en su mayoría como macizos tectónicos secundarios diferencialmente elevados dentro del principal.

El conjunto de alineaciones que genéricamente se viene denominando «Sierra de Guadarrama», o simplemente «La Sierra», «El Gua-

darrama», por los habitantes de las zonas próximas, es en realidad una serie de sierras o macizos que ocupan, dentro de la zona media del Complejo Cristalino, la parte más oriental, en los límites entre las provincias de Madrid y Segovia. Geográficamente la Sierra es el conjunto de elevaciones que separa las dos mesetas castellanas en esta zona, pero si se utilizan este, o los otros términos, en sentido geológico, hay que hacer extensiva la denominación a las planicies elevadas situadas a su pie, constituidas por los mismos materiales que la Sierra propiamente dicha.

La Hoja de El Escorial está situada (fig. 1) en el límite meridional del conjunto cristalino de El Guadarrama con la meseta terciaria del N. de Madrid. Excepto en el ángulo SE., que está ocupado por los sedimentos continentales del borde de la Meseta, el resto de su superficie está exclusivamente formado por los materiales del complejo antiguo. Aunque no quedan dentro de ella (*) restos de sedimentos depositados en las mesetas y en las sierras durante la gran transgresión del Cretácico Superior, se puede asegurar que estas zonas debieron quedar cubiertas en esta época, al menos en parte, por las aguas marinas, pues más al occidente (Hoja de Villaviciosa) aparecen las formaciones clásicas de arenas y calizas que flanquean en retazos aislados al Sistema Central, tanto por su borde S., como en su borde septentrional.

Los problemas geológicos fundamentales que se han planteado en esta región son, como en todo el conjunto cristalino de que forma una pequeña parte, determinar el modo de formación de los granitos, establecer las relaciones de contacto entre ellos y las rocas metamórficas asociadas, deducir las relaciones de causa-efecto entre unas y otras, y fijar las edades relativas de los distintos tipos rocosos. Por lo que se refiere a la formación terciaria continental con la que entra en contacto, el problema que más ha llamado la atención es, sin duda, la fijación de su edad estratigráfica, asunto aún no definitivamente esclarecido.

Es fácil comprender que en el pequeño ámbito de esta Hoja, situada en el límite de dos formaciones que ocupan una considerable superficie del centro de España, no hayamos encontrado las claves

(*) Junto a Villalba (C1) hemos marcado un afloramiento cretácico que es en realidad una reducidísima reliquia respetada por la erosión de solamente unos metros de extensión.

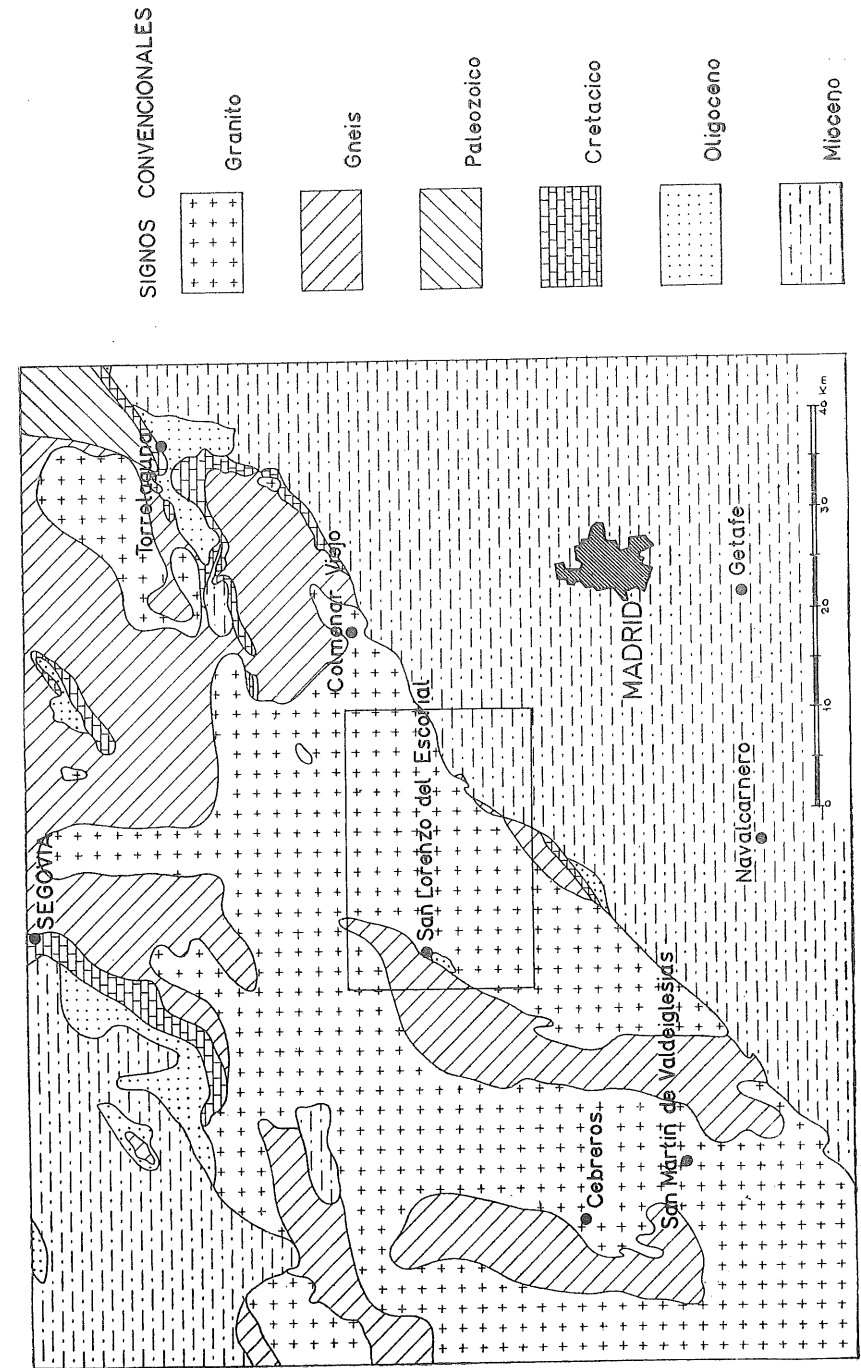


Fig. 1.

de todos los problemas a que antes hemos hecho referencia, aunque si algunos datos interesantes, que unidos a los que se vayan logrando en el resto de la región, podrán permitir algún día plantear y resolver los problemas de todo el Sistema Central Español, mucho más variado y complejo que lo que a primera vista viene pareciendo. Porque a pesar de ser una región cercana a Madrid y de tener una red de comunicaciones bastante densa, se debe decir que de la Sierra de Guadarrama se pueden resumir muy pocos datos geológicos generales. Existen, no hay duda, algunos aspectos bien conocidos (Morfología por ejemplo), pero la extensa lista bibliográfica sobre geología de El Guadarrama es un conjunto aún no susceptible de síntesis, en el que abundan los trabajos muy localizados en el espacio o en la materia; en ella escasean extraordinariamente las referencias con los datos que hoy se requieren, a la petrografía y petrogénesis de sus formaciones, fallo muy importante en una región donde como en ésta, las formaciones geológicas son casi exclusivamente los granitos y las rocas metamórficas asociadas a ellos.

* * *

La mitad del siglo pasado señala el comienzo de los estudios geológicos sistemáticos en la Sierra de Guadarrama por la Comisión formada para elaborar el primer plano geológico de la provincia de Madrid; de esta época son los trabajos de L. de Aldama (1851), F. de Luján (1851, 1852-a, 1852-b), Casiano de Prado (1852-a, 1852-53), que junto con los de J. Ezquerro del Bayo, uno de los pioneros de la geología española, forman una serie de publicaciones que hoy sólo tienen interés histórico.

Casiano del Prado recoge todos estos datos y aporta los suyos propios en su descripción geológica general de la provincia de Madrid, documento básico de las investigaciones posteriores en el que hoy pueden encontrarse comentarios y descripciones que, por lo objetivas, no han perdido actualidad (1864); su mapa geológico, publicado algo antes (1852-a), es también el primer documento geológico en el que se fija la extensión de cada una de las unidades geológicas fundamentales.

C. del Prado, además de describir y dar indicaciones litológicas, precisas para aquel tiempo, sobre la litología de las dos formaciones fundamentales de la Sierra, granito y gneis, traslada observaciones

muy interesante sobre las relaciones de contacto entre unas y otras rocas (1864, pp. 50-56) y llega a establecer el origen sedimentario de la formación metamórfica por la existencia entre los gneis de calizas cristalinas y de capas carbonosas (p. 84), que deben tener un origen orgánico. Aunque C. del Prado no dió indicaciones precisas sobre la edad relativa de las formaciones graníticas y metamórficas de la Sierra, parece admitir implícitamente que los gneis son anteriores al granito, y que esta última roca ha hecho intrusión en la primera.

J. Macpherson, fué más explícito que C. del Prado, en cuanto a la atribución de edades al Guadarrama y a las rocas que lo forman; referencias directas a esta región se encuentran constantemente en sus numerosos trabajos de carácter litológico y tectónico sobre las rocas metamórficas españolas (1879, pp. 20-21; 1883-84, pp. 344-358, 365-418; 1901, pp. 128, 133-138). Sus observaciones sobre la edad de algunas regiones del Sur de España, donde en algunos puntos encontró sedimentos cámbricos discordantes sobre las rocas cristalinas, le hicieron pensar que todas las rocas metamórficas de la Península eran de edad arcaica; sin otros datos de peso que esta desgraciada generalización, asignó esta edad a los gneis y rocas afines del Guadarrama y estableció para ellas (1883-84, p. 357) una sucesión estratigráfica en cuatro niveles que estarían representados con más o menos desarrollo y espesor en toda la Península (granito gnésico-gneis micáceo-micacitas y talcocitas). A partir de entonces, y aún mucho después de sus trabajos, ya que Macpherson tuvo influencia considerable en los geólogos españoles del comienzo de este siglo, se han venido designando los materiales metamórficos de la Sierra como arcaicos, o con los adjetivos de estrato-cristalino, que durante mucho tiempo ha sido sinónimo forzado de Arcaico.

Las ideas de Macpherson sobre la edad del Sistema Central y de sus materiales persistieron, como antes indicamos, durante bastante tiempo; L. Mallada (1895, pp. 331-349) las recoge integralmente, y J. Carandell las defiende, sin aportar nuevos datos, en su trabajo sobre las calizas cristalinas intercaladas de vez en cuando entre los gneis en muchos puntos de la Sierra (1914, pp. 58-63). Este mismo autor poco después (C. Bernaldo de Quirós y J. Carandell, 1915, páginas 8-9) dice textualmente lo siguiente: «Es la del Guadarrama una sierra arcaica, tal vez la más vieja de nuestra España... Formada en su mayor parte de material estrato-cristalino (gneis), se muestra

como el sedimento de un remotísimo mar precámbrico..., por un impulso orogénico —probablemente el que los geólogos llaman «huronian»— venido del Noroeste».

Estos conceptos sobre la edad de los materiales metamórficos del Sistema Central empezaron a tambalearse con la aparición del trabajo de F. Lotze (1929), en que estudia la serie metamórfica de la Bodera en las zonas más orientales del Guadarrama; encuentra este autor una transición gradual entre los sedimentos silúricos y las micacitas y gneis que hasta entonces se habían considerado como arcaicos, lo cual indica que el proceso metamórfico tuvo lugar en una época más reciente, con mucha probabilidad postsilúrica. Este mismo autor (p. 21, trad. esp.), supone que existen muchas probabilidades de que en las zonas más occidentales del Guadarrama, las que se relacionan con la zona de esta Hoja, las rocas metamórficas sean también sedimentos paleozoicos metamorfizados.

Los datos aportados poco después por E. Schröder (1930) confirman las conclusiones de F. Lotze; este autor (p. 241, trad. esp.) se refiere al límite oriental de el macizo de El Berruero, donde los granitos entran en contacto con una serie metamórfica que comprende desde rocas gneissicas, micacitas y pizarras nodulosas, hasta pizarras ordinarias y cuarcitas, que muy probablemente son silúricas. Estas zonas, aunque quedan alejadas del ámbito de la Hoja de El Escorial, son los jalones más cercanos por el E. de estas series metamórficas de origen sedimentario, donde ha de buscarse la interpretación genética del Guadarrama Central, con el que están relacionadas en transición más o menos gradual.

Desde esta época, la opinión más admitida sobre las rocas metamórficas del Guadarrama es que representan sedimentos del Paleozoico inferior, transformados con posterioridad al Siluriano, ya que las pizarras de este piso aparecen afectadas por el metamorfismo. Queda por resolver si dentro de esta serie metamórfica existen también representantes de otros sedimentos anteriores a esta edad, pero sobre este punto, en el estado actual de nuestros conocimientos sobre el Guadarrama, no pueden emitirse más que hipótesis. En algunos puntos, especialmente en las zonas orientales del Sistema, la serie metamórfica, hasta los granitos, comprende rocas de claros antecesores arcillosos o cuarcíticos que son las rocas integrantes del Siluriano español; en las zonas centrales, donde queda la Hoja de El Escorial, además de estas rocas, aparecen de vez en cuando interca-

laciones de carbonatos metamorfizados que representan antiguos sedimentos calcáreos que no aparecen nunca en el Siluriano, y que en cambio son frecuentes en el Cambriano español, como ya lo hizo notar C. del Prado en 1852 (p. 169). Es probable, por tanto, que en la base de las series metamórficas del Guadarrama, que han sufrido el metamorfismo con mayor intensidad (gneis glandulares y migmatitas) estén representados sedimentos de esta edad, aunque para suponer esto no poseamos más datos que el de la existencia de estas calizas cristalinas; el metamorfismo ha destruido por completo todo resto fósil que pudiera existir.

Sobre la existencia de sedimentos anteriores al Cambriano existen aún más profundas dudas. Las series de metamorfismo progresivo que llegan a comprender al Siluriano, son concordantes con la foliación de las pizarras de esta edad, como ya lo hizo notar C. del Prado (1853, p. 170) y F. Lotze (1929, p. 16, trad. esp.), lo cual hace pensar en una serie sedimentaria continua exclusivamente paleozoica, más que en una serie en la que aparecieran sedimentos precambrianos lógicamente discordantes con los paleozoicos.

Como en la Hoja de El Escorial sólo se encuentran los representantes más profundos de toda la serie metamórfica del Guadarrama (gneis glandulares, e incluso en algunas zonas gneis migmatíticos), no pueden encontrarse en ella nuevos datos que den luz sobre el problema de la edad de los sedimentos de que provienen; a esta zona hay que hacer extensivas las interpretaciones o suposiciones que se deducen de las zonas más orientales del Guadarrama, donde aparecen los términos menos metamorfizados, enlazados con sedimentos silurianos apenas transformados.

Sobre la edad de los granitos y rocas plutónicas a él asociadas las opiniones son en general concordantes, aunque un análisis detallado de los datos demuestra que los argumentos que se poseen no son precisamente muy numerosos. J. Macpherson (1901) indicó que entre el final de Devoniano y el comienzo del Secundario tendrían lugar las intrusiones de las masas graníticas y porfídicas de toda la región occidental de la Península y los autores posteriores que han tocado este problema, siempre de pasada, han admitido implícitamente esta edad. El metamorfismo de contacto, que afecta al Siluriano en las zonas orientales de la Sierra, apoya esta conclusión, pero desgraciadamente las rocas cristalinas del Sistema Central no entran en con-

tacto con series estratigráficas más recientes para fijar con más precisión su emplazamiento después del Siluriano. En lógica pura, sólo se puede indicar que los granitos son anteriores al Cretácico que flanquea los bordes meridional y septentrional del Guadarrama, ya que estos sedimentos quedan inafectados por los granitos. Tampoco existen series de determinaciones sobre edad absoluta de minerales radiactivos relacionados con los granitos, que nos pudieran servir para fijar con más precisión su edad. La única determinación realizada de toda la Sierra de Guadarrama se refiere a una torbenita de los granitos de Colmenarejo (C 3), localidad que queda dentro de la Hoja de El Escorial (J. de D. Leal Luna, 1943), que da por el método de uranio-plomo una edad de 424 millones de años; aunque este dato concuerda con una edad carbonífera para el mineral y los granitos en que aparece, por sí solo no es suficientemente demostrativo.

* * *

Evolución parecida han tenido las ideas referentes a la orogenia, tectónica y morfología del Sistema Central Español. J. Macpherson en todas sus publicaciones del último cuarto del siglo, aboga por una primera fase de elevación del sistema montañoso en el Precambriano, con una segunda época de actividad tectónica al final del Carbonífero, en la que se formarían los grandes macizos graníticos.

La arquitectura de la Cordillera quedaría entonces establecida en sus grandes rasgos, ya que para este autor el papel de los movimientos y tectónica alpídica en el Sistema Central Español sería muy supeditado.

Por la misma época, Penck (1894-a) duda de las opiniones del autor español, pues al estudiar la posición de los sedimentos cretácicos que flanquean la cordillera por el N. y el S., o que están reposando sobre el macizo antiguo en sus valles longitudinales (Lozoya), encuentra desniveles considerables que sólo pueden ser achacados a movimientos relativamente recientes, desde luego postcretácicos.

Análogas opiniones sobre el origen reciente del Sistema Central pueden consultarse en las obras clásicas de T. Fischer (1891, 1893, 1894) sobre Geografía española.

Las ideas de los geógrafos germanos tuvieron poco eco en sus colegas españoles, pues en la bibliografía geológica del primer cuarto de siglo persiste la idea de un Sistema Central elevado durante el

hercinico que se estableció sobre un edificio arcaico plegado durante la orogenia caledónica (*).

En 1923, E. Hernández-Pacheco en un trabajo de conjunto sobre el Sistema Central, modifica las ideas de Macpherson que hasta entonces venían imperando entre los geólogos españoles. Para aquel autor los rasgos fundamentales de la Cordillera son la consecuencia de una tectónica de edad pirenaica que actuó sobre un edificio ya trabajado por la orogenia hercínica; apoya sus conclusiones en la existencia en los bordes y centro del Guadarrama del plegamiento que afectan al Cretácico e incluso, en regiones más alejadas de las que nosotros estudiamos, al Terciario inferior. Sus datos, que reavivan en cierto modo las antiguas ideas de Penck (1894), son desarrollados posteriormente por el mismo en trabajos posteriores (E. Hernández-Pacheco, 1929, 1930, 1931, 1934).

Aunque Stille y los geólogos de la escuela de Goettingen no tocaron el Sistema Central más que indirectamente, con sus investigaciones reformaron esta idea de la juventud relativa desde el punto de vista orogénico y tectónico del Sistema Central Español.

* * *

La tesis de J. E. Schwenzner (1936), resumida con posterioridad en español (1943), señala el comienzo de una nueva época en las investigaciones tectónicas y morfológicas de España Central. Este autor, partidario de las ideas de Penck (1894-a), admite que la cordillera no existía como tal relieve durante el Cretácico Superior, cuyos sedimentos transgresivos habrán cubierto totalmente su ámbito actual. Tras un detallado análisis morfológico de los relieves, tanto de la Cordillera como de las mesetas que la flanquean, llega a la conclusión de que, entre el Paleógeno y Neógeno, se forma en el centro de España una planicie erosiva que trunca indistintamente los relieves originados durante la fase sálica. La formación de la Cordillera comenzaría con una gran «hundación» que después se fragmentó en una serie de bloques, un conjunto de los cuales formaría la Sierra de Guadarrama; al tiempo comenzaría la formación

(*) Ya hemos comentado anteriormente las ideas de J. Carandell (1914, 1915). Opiniones parecidas se encuentran en J. Dantin Cereceda (1922), Dupuy y Novo (1926), etcétera. S. Calderón (1884 a 1885) y L. Fernández Navarro (1916) también conceden especial importancia a los movimientos hercínicos en la génesis del Sistema Central.

de una planicie de allanamiento cuyos restos forman el nivel M3 (hoy entre 1.250 y 1.550 m.) con creación de los depósitos del Mioceno superior que rellena las mesetas castellanas.

Este periodo de formación de relieves en la zona axial con arrasamiento y sedimentación correlativa persistiría hasta el Pontiense, después del cual hubo una nueva elevación por fracturas, que ocasionó el contraste marcado entre las zonas de cumbres y las plataformas o rampas situadas a su pie. A consecuencia de esta elevación se formó un segundo nivel, el M2 (hoy entre 1.000-1.200 m.) que forman las planicies talladas en los materiales cristalinos situados al pie de la sierra. Por último, al final del Plioceno, y antes del depósito de terrazas fluviales, tendría lugar un último levantamiento de menos importancia que el anterior, que produciría presiones y desniveles en las rampas del S. de la fractura; su consecuencia sería un último allanamiento, el M1, situado hoy entre los 880 y 1.050 m.

Poco después del trabajo general de Schwenzner, aparece la primera publicación de P. Birot (1937), sobre morfología del Guadarrama, estableciendo dos niveles de arrasamiento en el zócalo cristalino que flanquea la sierra propiamente dicha, en cada una de sus vertientes; uno de ellos precretácico, que serviría después de base a la serie sedimentaria de esta edad, parcialmente disecado en algunos puntos donde la erosión ha desmontado el borde de los materiales cretácicos, junto al territorio cristalino, y otro de edad posterior que ha arrasado conjuntamente el complejo granito-gneis, el Cretáceo apoyado sobre él, e incluso el Paleógeno apoyado en concordancia sobre el Cretáceo superior; este último forma los zócalos prácticamente horizontales que se extienden desde el pie de la sierra hasta el límite de la zona de relleno de materiales del Terciario superior, en las cuencas de las dos mesetas.

P. Birot (1937) estudia las relaciones entre estas llanuras de arrasamiento llegando a una serie de interpretaciones provisionales que comentaremos con cierto detalle, ya que en la Hoja de San Lorenzo se exhiben magníficamente estas dos fronteras morfológicas. El escalón de más de 150 m. que separa el zócalo cristalino de la llanura inferior, rellena por sedimentos detríticos del Terciario superior, podría interpretarse como el «plano de la penillanura precretácica, levantado casi hasta la vertical por una flexión, y posteriormente exhumado de su cobertera cretácico-paleógena» (pág. 161,

traducción española). Analiza a continuación los puntos oscuros de esta interpretación, y supone que «la superficie de El Escorial se ha formado en función del nivel de relleno representado por la serie detrítica» (pág. 163, traducción española). Respecto al contacto entre esta superficie con la zona montañosa, hace notar la existencia de relieves aislados sobrepuestos al zócalo (como Las Machotas), y por el contrario, entrantes o golfos de la superficie de erosión dentro de la zona montañosa; esta disposición, según el autor, no se puede explicar suponiendo que la superficie de El Escorial sea posterior a los accidentes tectónicos que han originado la sierra, ni tampoco admitiendo un sistema de fracturas complejo que habría sido la causa de la sinuosidad del contacto de la plataforma con la sierra. Para Birot parece más razonable admitir una anterioridad de las fallas respecto a las superficies de erosión, y un ciclo de erosión que respetaría e incluso exageraría los escarpes de falla en algunos puntos, mientras que en otros, por erosión lateral fluvial (pág. 165, traducción española), la superficie invadiría el ámbito montañoso. Los cerros destacados de la montaña (Las Machotas, El Estepar), serían «monadnocks», cuya altura sobre la superficie de erosión indicaría la magnitud de la masa rocosa arrastrada.

Dentro de esta serie de publicaciones tectónico-morfológicas de las últimas décadas, merece ser destacado el trabajo de F. Vidal Box (1942) sobre la línea de fractura que limita la sierra de Guadarrama en el borde meridional del zócalo cristalino, accidente tectónico de primera magnitud que ya había sido reconocido en el siglo pasado. Estudia en diversos puntos las características morfológicas de zócalo cristalino y del Terciario, recientemente separados por tal accidente, y llega a la conclusión de que el escarpe rocoso es el labio levantado (pág. 129) de la falla que se habría formado, de acuerdo con las ideas de Schwenzner, durante el Mioceno, aunque se habría reactivado durante el Plioceno; los sedimentos groseros con bloques que fosilizan en parte el escarpe del borde del macizo, serían la consecuencia de esta reviviscencia reciente (pág. 130).

En los últimos años, P. Birot, en colaboración con L. Solé Sabarís, han publicado nuevos trabajos sobre Morfología y Tectónica del sistema central (1951-a, 1951-b, 1954). En el primero vuelven a llamar la atención sobre el hecho paradójico de que las zonas montañosas están unas veces limitadas por escarpes de falla sobre las que chocan las llanuras de erosión, y otras veces corroídos profun-

damente con formación de montes islas. Según los autores, si se supone que las fallas de los «horsts» son posteriores a las superficies de pie de monte, habría que encontrar montes islas en los macizos culminantes; en el caso contrario habría que admitir que el ciclo erosivo que ha originado la llanura, ha respetado el escarpe inicial de la falla, lo cual es también difícil de concebir, según los autores, en las condiciones climáticas que se suponen para estas zonas durante el Terciario superior (1951-a, pág. 807, traducción española). Después de discutir estos hechos «contradictorios», los autores suponen que podrían ser explicados admitiendo una primera fase de dislocación durante el Mioceno, y en fecha posterior una segunda fase de actividad en la que se formarían las llanuras de erosión con montes islas, que terminarían al comienzo del Cuaternario.

El último trabajo de estos autores (1954) es una monografía morfológico-tectónica de la parte central y oriental de la Cordillera Central, en el que analizan una serie de cortes transversales, entre los que se estudia el sector comprendido entre Segovia y El Escorial (págs. 26-29). Consideran que el escarpe entre la llanura terciaria y el país cristalino es más que una falla, «un escarpe por flexión, fosilizado por la colmatación miocénica antes que la erosión hubiese tenido tiempo de suavizarlo» (pág. 29).

Consideran como posibilidad de explicación de la evolución tectónico-morfológica (págs. 45-49, págs. 33-37), una hipótesis en la que hacen jugar las compensaciones isostáticas posteriores a la fase de compresión que originaron por fracturación los macizos, en función de la plasticidad de las raíces profundas siálicas de la Cordillera.

Dentro de la Hoja de San Lorenzo, los autores de esta explicación, añadieron algunos datos nuevos sobre la tectónica y morfología de esta región (J. M. Fúster y F. de Pedro, 1954-a, 1954-b). Se puso de manifiesto (1954-a, pág. 51) que la falla meridional de la Sierra de Guadarrama, es de tipo inverso, con un plano inclinado hacia el NO. de 70° a 80°. También señalaron una importante fractura con dirección submeridiana que sigue más o menos el curso del río Guadarrama en su sector final, dentro del país granítico, separando dentro de la plataforma de arrasamiento dos bloques bien definidos denominados: de Colmenarejo (C 3) y de Torrelodones (D 2), de distinto estilo tectónico y composición petrológica,

poniendo de manifiesto la importancia de las fracturas de este tipo en la evolución de la Cordillera.

En el segundo trabajo (1954-b, pág. 56-65), se acusa la importancia del accidente tectónico de El Escorial, que limita por el SE. al macizo de Abantos (A 2) que en conjunto puede considerarse como una bóveda anticlinal de gneis con núcleo granítico, con sus flancos estirados o rotos en sus dos vertientes.

* * *

Los sedimentos detríticos que se extienden al Sur del macizo cristalino de la Sierra, han sido también objeto de numerosos trabajos. Asoman en la Hoja de San Lorenzo en su ángulo SE. y entran directamente en contacto con los granitos y los gneis a consecuencia de la falla meridional del Guadarrama. En otras partes, como al SE. de Valdemorillo (fuera ya de la Hoja de San Lorenzo), estos materiales se apoyan en clara discordancia sobre las calizas, molasas y areniscas del Cretácico superior o sobre las margas y arenas rojas del Paleogeno, que en conjunto están plegadas con mayor o menor intensidad. El origen continental y su edad postoligocena parecen fuera de toda duda, pero al intentar precisar su edad dentro del Terciario superior, o al considerar con más detalle su manera de formación, las opiniones son más variadas.

Los materiales de estos sedimentos detríticos proceden de los del macizo cristalino, y en ellos dominan, como es natural, las rocas y minerales más resistentes. Cerca del contacto son, con frecuencia, grandes bloques (hasta de más de un m³) redondeados más por la descomposición química *in situ*, que por un transporte prolongado; los bloques están empastados en una masa de arenas arcillosas, gravas, cascajos, en la que puede notarse un comienzo de estratificación. Más al S. los elementos de mayor tamaño desaparecen gradualmente, dando origen a una formación de arenas cuarzo-feldespáticas, más arcillosas, que de vez en cuando tienen algún lecho de grava, apreciándose en conjunto una mayor estratificación, que a veces llega a estar cruzada.

C. del Prado (1852-53, págs. 172-173) (1864, págs. 159, 177) que fué el primero que estudió con detalle estos materiales, los consideró diluviales, formados por arrastres violentos y generales de los materiales de la sierra por mantos de agua. Esta edad fué admiti-

da por Macpherson, Mallada, Penck (1894), e incluso en épocas más recientes por Fernández Navarro y Gómez Llarena (1916), Obermaier y Carandell (1926), Dupuy de Lôme y Novo (1926), Carandell (1928). Según esto, la masa sedimentaria estaría perfectamente diferenciada de los materiales miocenos, bien datados, en los que abundan los intervalos de formación de sedimentos químicos que ocupan el centro y NE. de la cuenca del Tajo.

Royo y Gómez en una serie muy numerosa de trabajos (1918, 1922, 1926, 1928-*a*, 1928-*b*, 1928-*c*, 1929-*a*, 1929, 1930), Román y Royo (1922) y el Instituto Geológico y Minero en sus hojas 1:50.000 de la cuenca alta del Tajo (Algete, Madrid, Alcalá de Henares), consideran en cambio a estos sedimentos de edad miocena, superior, entre el Tortoniense y el Pontiense. La opinión está avalada con el hallazgo en algunas zonas relativamente cercanas a la sierra, de restos fósiles de edad miocena y por existir en algunos sitios terrazas antiguas de edad pliocena superpuestas a la masa de sedimentos detríticos. Royo considera por tanto que existe una continuidad estratigráfica entre los sedimentos del centro de la cuenca del Tajo y los de su borde, debiéndose las diferencias litológicas y estructurales entre unos y otros a un cambio lateral de facies; los sedimentos groseros y totalmente detríticos serán los formados en los bordes de la cuenca; los más finos e incluso los de origen del centro de la depresión del Tajo serían sincrónicos con los anteriores.

Desde los trabajos de J. Royo, todos los autores están de acuerdo en considerar como miocénicos todos los sedimentos del borde de la sierra, excepto, claro está, los formados más recientemente en los cauces de los ríos actuales y los paleogenos más antiguos que afloran en algunas zonas del borde, pero aún quedan algunas dudas sobre su datación exacta, pues F. Hernández-Pacheco (1930, página 67, y en otros varios trabajos), cree que estos materiales son algo más recientes (pliocenos). Realmente es difícil establecer con precisión la edad estratigráfica de estos materiales, tanto por la inexistencia en las regiones próximas a la sierra de restos fósiles, como por la dificultad de establecer correlaciones seguras entre estos sedimentos detríticos poco estratificados y los sedimentos finos del Mioceno que asoman al SE. de la sierra.

Sobre su modo de formación, las opiniones también son diversas. C. del Prado (1864) los supuso formados como grandes mantos de arrastre torrencial, y de opinión parecida fueron todos los

autores españoles del siglo pasado. Penck (1894-*b*) y L. Fernández Navarro (1915), y este autor y J. Gómez de Llarena (1916), se opusieron a la idea de A. Bayssélance (1884), que consideraron los sedimentos groseros con bloques que aparecen en el borde como formaciones de origen glaciar. Los bloques y cantos no muy rodados indican que han sido arrastrados de distancias no muy grandes por un régimen torrencial intenso que quizá esté relacionado con los levantamientos más recientes del Guadarrama, incluido el de la fracturación de su borde meridional.

* * *

Sobre la naturaleza y composición de los materiales de esta Hoja existe una amplia lista de referencias, entre las que merecen ser destacadas las de S. Calderón (1884-*b*, 1910), F. Quiroga (1874, 1875, 1886, 1887, 1889, 1890, 1893); L. Fernández Navarro (1891, 1903, 1909, 1910, 1916-*b*, 1916-*c*, 1916-*d*, 1929) de carácter mineralógico y petrográfico, muy descriptivas y locales, y las de J. Muñoz del Castillo (1904, 1905, 1906, 1908) dedicadas a los yacimientos y manantiales radiactivos de Colmenarejo y Valdemorillo. Entre estas publicaciones merecen destacarse el trabajo de J. Carandell (1914), en el que se estudian con detalle algunos de los yacimientos de calizas cristalinas intercaladas en el gneis y el del P. Vicuña (1929), que estudia petrográficamente la comarca de El Escorial.

La mayor parte de los datos petrográficos sobre las rocas cristalinas de esta región, exceptuando los materiales morfológicos, están recogidos y elaborados en el trabajo de síntesis de M. San Miguel de la Cámara (1936). En épocas más recientes algunos autores de esta Hoja (E. Ibarrola y J. M. Fúster, 1950, J. M. Fúster y F. de Pedro, 1954-*a*, 1954-*b*, J. M. Fúster y E. Ibarrola 1956, F. de Pedro, 1956) han aportado nuevos datos sobre la petrología y composición de los materiales de esta Hoja. A estos trabajos y a los anteriores haremos de nuevo referencia en el capítulo correspondiente. Lo mismo haremos con los antecedentes relativos a hidrología, minería, sondeos, etc., de carácter excesivamente local para ser tratados en este capítulo.

RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

La zona a que corresponde esta Memoria está fundamentalmente constituida por parte del escalón cristalino que con dirección NE-SO. forma la verdadera Sierra del Guadarrama en el centro de la Península Ibérica, sobre el que destacan las cumbres que dan fisonomía y relieve a una unidad litológica mayor. Situada en su parte meridional, es zona de tránsito desde la fosa del Tajo, representada por los terrenos del ángulo SE. de la Hoja, hasta la divisoria de aguas con la cuenca del Duero, situada a escasos kilómetros. Hidrográficamente, por tanto, queda íntegramente en la cuenca del Tajo, y aunque divergen los cursos de agua en las más variadas direcciones, al final se reúnen para cortar de NO. a SE. el borde meridional de la sierra, en dirección encontrada con el titular de la cuenca.

Topografía.—En la vertiente S. de la Sierra de Guadarrama, pueden diferenciarse claramente tres regiones desde el punto de vista morfológico:

1.º Una llanura sedimentaria situada al pie de los materiales cristalinos, con unos 700 m. de altura media, que desciende después en suave rampa hasta la parte central de Castilla la Nueva.

2.º Una plataforma de pie de sierra, labrada sobre el granito y rocas metamórficas, que puede considerarse también como una llanura poco accidentada y ligeramente elevada sobre la anterior, unos 100-200 m., con rebordes claramente visibles a lo largo de la línea de separación (foto 3); se extiende con suaves relieves y débiles pendientes en una anchura de unos 15 kilómetros hasta chocar bruscamente con la zona montañosa.

3.º Una cuerda axial de montañas, la sierra en sentido estricto, que se levanta brusca y agrestemente sobre la plataforma cris-

talina, manteniéndose sus cumbres casi ininterrumpidamente a los 1.600 m. en la zona que nos interesa.

Esta disposición escalonada, o en graderío, puede reconocerse claramente en la Hoja de San Lorenzo, estando representados elementos de cada una de estas tres unidades fundamentales.

La llanura sedimentaria ocupa el ángulo SE. de la Hoja, con una serie de colinas muy suaves, aunque a veces están profundamente abarrancadas en sus materiales detríticos poco coherentes, en la que se desarrollan los dos valles que corresponden al río Guadarrama, al Oeste, y al arroyo de Trofa al Este; entre ambos queda una loma de casi dirección N-S., divisoria de aguas entre el Guadarrama y el Manzanares, que en su suave ascenso llega a fosilizar el labio de la falla principal, permitiendo el trazado de las principales vías de comunicación de Madrid con el NO. de la Península. En sus dos vertientes se han excavado multitud de barrancos y cárcavas, normales a los dos valles citados, y a otros normales a éstos, formando una red secundaria ortogonal muy diferente de las otras dos zonas. Toda ella está constituida por arenas gruesas con cantos muy gruesos, fundamentalmente en contacto con la segunda zona, disminuyendo de tamaño según se alejan de la fractura hasta dar un material muy homogéneo como se aprecia en el fondo de los valles situados unos 80 m. más abajo, el del arroyo de Trofa, y 140 el del río Guadarrama, destacándose en éste perfectamente el típico canturreal correspondiente a terrazas.

La segunda zona es la más desarrollada dentro de la Hoja, pues la ocupa en más del 60 por 100; está constituida por una plataforma de erosión sobre material granítico en el que destacan pequeñas elevaciones formadas casi siempre por berrocales del mismo material. Como ya se ha dicho, queda separada del sedimentario por la potente falla que con dirección NE-SE. ha dejado levantado el labio superior correspondiente a la zona de fuertes pendientes en que se encajan los ríos que corren en busca de la fosa del Tajo.

En conjunto forma una amplia depresión, llamada muy propiamente Hoya, en la que se asientan la mayor parte de los términos municipales de Guadarrama, Los Molinos, Alpedrete, Villalba, Hoyo de Manzanares (foto 8), Torreldones, Galapagar (foto 3), El Escorial (foto 5), Valdemorillo y Colmenarejo; sobre ella se elevan algunos cerros y serrezuelas con dirección tendente a la N-S. y rebasando muy poco los 900 m., a excepción del denominado Canto

del Pico, que llega a los 1.011 m. Alrededor de los 850 están las cumbres que, vistas desde la llanura madrileña, semejan altas montañas, por corresponder al labio superior de la fractura que limita la sierra por su parte meridional, y que, puesta al descubierto en la mayor parte de su longitud por la erosión, obliga a los ríos y arroyos a encajarse en pintorescas gargantas en un paisaje de extraordinaria aspereza, cubiertas las cimas y laderas de curiosos berrocales y cantos aislados de formas fantásticas y caprichosas. De este tipo es la denominada Cuesta Blanca, al S. de Torreldones, que, aunque situada a la misma altura que el pueblo, semeja abrupta montaña desde el valle del río Guadarrama, el cual aísla parcialmente de la plataforma granítica a este avanzado cristalino en que persiste una pequeña escama de gneis activamente trabajado por la erosión.

Los Altos de Galapagar apenas destacan de la caótica disposición de los berrocales que hay en toda esta zona, pasando desapercibidos ante el resalte que supone la subida por la carretera hasta la altura de la plataforma en que se asienta el pueblo. Igual podemos decir de otros que, como Conjunro o Congosto, se encuentran sin destacar dentro de esta región típicamente granítica, donde la disyunción crea una morfología de cerros y canchos aislados con gran diversidad de cantos en las más variadas posiciones.

Esta disposición se adopta en todo el ángulo SO. de la Hoja, si bien predomina aquí una disyunción concéntrica del granito, estando los cerros formados por una cúpula que se descama alrededor y que los canteros aprovechan a veces para obtener piezas largas.

En las llanadas entre El Escorial, Villalba y Guadarrama, aparecen tímidamente estos berrocales, cubiertos por suelos de dehesa producidos por profunda alteración del granito en estas zonas planas de difícil drenaje, lo que permite por otra parte una frescura capaz de sustentar abundante ganado durante todo el año, y consecuencia de ella es la posibilidad de desarrollo de famosas ganaderías de toros de lidia.

En la parte NE. se alza una agreste sierra denominada del Estepar, formada por un gran bloque granítico de fuerte pendiente en su cara S. hacia Hoyo de Manzanares, mientras que en la N. se suaviza y permite el desarrollo de amplias cabeceras de arroyos que a veces bajan desde los 1.400 m., explotando las diaclasas de la roca. La presencia de este elevado macizo imprime carácter de rudeza a

esta zona, y sus alrededores se ven afectados por una accidentada topografía y escasez de agua, por lo que no prospera con la intensidad de zonas más alejadas de las principales vías de comunicación, pero que permiten un mejor desenvolvimiento de las actividades humanas.

La zona de cumbres se manifiesta majestuosa arrancando bruscamente de los 1.000 metros para alcanzar los 1.754 de Abantos y mantenerse por encima de los 1.500 en su corrida desde el Barranco de la Cabeza hasta salirse del borde de la Hoja en busca del puerto de Guadarrama. Tiene dirección casi N.-S. y empalma con las más altas cumbres de la Sierra, situadas bastante más al N.; y como ellas, está formada por una cubierta de gneis, la cual progresa muy poco en la Hoja contigua. La vertiente más fuerte es la oriental, que se desarrolla en un par de kilómetros, en proyección horizontal, en el tramo situado al S. de Abantos, pero luego se abre en amplio, aunque accidentado valle, labrado en granito a partir del arroyo del Boquerón.

La carretera que desde San Lorenzo lleva a Robledo de Chavela, bordeando la anterior alineación, es paralela a la fractura que separa a las Machotas, dos colosos graníticos de llamativo aspecto cónico en la plataforma de análogo material, alzándose hasta los 1.460 m. de altura y al amparo de los que ha nacido y mantenido Zarzalejo, explotando sus granitos y los diques de pórfido que los limita por la parte Sur.

El paisaje.—En conjunto predomina el terreno granítico con formas topográficas bien características, difícilmente confundibles con las correspondientes a otras formaciones, y como quiera que el granito adquiere tal desarrollo que la mayor parte del suelo de la Hoja está formado por él o por los productos de su disgregación, imprime un carácter dominante en ella. En las zonas de elevada altitud y climas fríos y secos, con fuerte variación anual y diaria de la temperatura, como sucede en esta zona, la alteración química disminuye notablemente, mientras que adquiere gran valor la disgregación mecánica, que cuarteo y fragmenta la roca, creando una topografía de pedregal áspera, agreste y variada, con agudos picachos y crestas, profundos tajos con cantiles verticales o por lo menos fuertes pendientes, caprichosos canchales o herrocales (fotos 22, 23 y 24) y curiosos tormos y cantos de formas inusitadas, de las que tanta riqueza hay en la zona de esta Hoja, como el Canto del Peso y

Cochino de Galapagar, el de Torrelodones (foto 21), los magníficos canchales de Collado Villalba, Hoyo de Manzanares y especialmente los alrededores de Colmenarejo.

Desde la zona de cumbres se divisa un panorama amplio, perdiéndose la línea de horizonte entre los tonos azulados del valle del Tajo, y quedando a nuestros pies los dos escalones perfectamente diferenciados por su topografía y color. Se manifiestan como grandes llanuras en las que destacan pequeños cerros coronados por edificaciones, la cuadrícula de largas tapias de piedra que circunda grandes posesiones, y un trazado de carreteras que semejan de fácil recorrido por quedar ocultas las que penosamente trepan los puertos, como es el caso de la de Galapagar desde Madrid, cuando salva el resalte producido por la falla principal.

Las zonas de bosques han desaparecido de los terrenos graníticos casi en su totalidad, extinguiéndose con ello las antiguas umbrías que según C. del Prado (1864), constituían lugares oscuros, motivo de etimología del propio nombre de El Escorial, antiguos escuriales de la sierra, y sin relación con supuestos montones de escorias de muy dudosa existencia en tales parajes.

La principal masa arbórea está en relación con los gneis y sobre ellos se desarrolla en frondoso pinar por el ángulo NE. de la Hoja, mientras que son encinas las de la pequeña mancha inmediata a Torrelodones.

La compacidad de la roca y lo ingrato del clima hacen del suelo granítico de esta parte de la Sierra de Guadarrama, un suelo árido, pero en aquellos puntos en los que la disgregación química del granito adquiere cierta importancia y produce arena gruesa y esponjosa, la vegetación espontánea es exuberante, tanto la arbórea como la de monte bajo, bosques de pinos, encinas, robledales y espeso monte bajo con gran variedad de especies, principalmente jaras, retamas y cantuesos.

Hidrografía.—La hidrografía de esta Hoja es muy sencilla: forma parte de la red hidrográfica de la vertiente Sur de la Sierra de Guadarrama en su sector occidental. Toda ella es tributaria del Tajo y no existe ningún río de verdadera importancia. Sus principales vías de desagüe son los ríos Guadarrama y Aulencia, éste de menor recorrido e importancia que aquél. La dirección media de éstos es de NNO-SSE., así como la mayoría de sus afluentes. La parte superior se desarrolla en la mancha granítico-gneílica y aquí es donde

tiene máxima pendiente y carácter torrencial; la inferior corre con suave pendiente por la planicie terciaria, de materiales detríticos poco consistentes. En la sierra, la red fluvial es de carácter torrencial; en la planicie sedimentaria es más regular, con amplios cauces excavados en las arenas.

El río Guadarrama nace, en la Hoja de Cercedilla, al Sur del Puerto de la Fuenfría y en su cabecera, en esta Hoja se le unen una serie de arroyos que hacen que lleguen a la nuestra con bastante caudal y más regular curso. Entra en la de San Lorenzo, frente al kilómetro 47 de la carretera de Madrid a La Coruña, en la formación granítica de la Hoya de Villalba-Guadarrama, por la que corre hasta pasado el poblado de la Estación de Villalba (foto 7). A partir de este punto se encaja en la formación granítica que rodea por el Este la Hoya, pasa muy cerca al Oeste de la estación de Torrelodones y, siguiendo encajado en pintoresca garganta hasta las Casas del Canal, sale poco después del cerro en que están edificadas, continuando con dirección N-S., hasta su salida por el lado Sur de la Hoja a la llanura terciaria. En esta garganta, un poco al Norte de las Casas del Canal, se construyó en tiempos de Carlos III una presa que aún se conserva (foto 2) y un canal para llevar aguas hacia Las Rozas para unir las al Manzanares, excavándose poco más de un kilómetro en el terreno sedimentario compuesto allí de arenas y cantos de gran tamaño.

El río Guadarrama recibe varios afluentes, en general de poco caudal. Por el lado derecho occidental y de Norte a Sur figura el de Pradovera, los Guatel primero y segundo, que se unen poco antes de desembocar en el Guadarrama, precisamente en el lugar donde el Guadarrama abandona la dirección NE-SE. para tomar la O-E. que sigue hasta Villalba. El Arroyo Loco, afluente del Guatel primero, que nace como éste en las laderas orientales del macizo de Abantos. En las laderas, entre Navalquejigo y Galapagar, se forma otra cabecera dentro de la formación granítica, cuyos regajos y torrentes se unen para formar el Arroyo de San Gregorio, con dirección N-S. hasta la altura de Galapagar, donde toma la O-E. hasta su desembocadura frente a la Estación de Torrelodones. Entre este punto y el Puente del Retamar entregan sus aguas al Guadarrama una serie de pequeños arroyos y barrancos, y ya en la zona terciaria le prestan sus aguas tres arroyos de corto curso y pequeños cauda-

les: los del Manchón, del Camino y de Carcalacueva, todos en dirección media NO-SE.

Por el lado oriental recibe mucha menos agua, procedente toda de los montes graníticos del Norte de Alpedrete, Collado Villalba y Hoyo de Manzanares, y del Sur y Este de Torrelodones, donde se forman amplias cabeceras. El primero de alguna importancia es el de Poveda, que con dirección NE-SO., excepto en el trozo final después de su confluencia con el Arroyo de Los Llanos, que lleva la NO-SE. y desemboca en el trozo final después de la carretera de Collado Villalba a la estación del ferrocarril de Villalba. Más al Este se forma el Arroyo Villalba que con fuerte pendiente y dirección media NE-SO. va al Guadarrama; más al Este aún, en los mismos montes, nace el llamado Peregrinos, que resulta de la unión de varios arroyos. El Arroyo de la Torre se forma más al Sur y al Oeste, a la altura de Torrelodones, con dirección media N-S. en su recorrido por el granito y NE-SO. en el Terciario, para desembocar antes del Puente del Retamar. Más importancia tiene el Arroyo Lazarejo que se forma en las laderas occidentales de las colinas terciarias entre Las Rozas y Las Matas, y que con dirección E-O. desemboca inmediatamente al Norte del Puente del Retamar. Más al Sur le presta aguas el de la Retorna con igual dirección y de mucha menos importancia. Finalmente, siguiendo el borde Sur de la Hoja y también con dirección E-O. le da aguas el Arroyo de la Fuentecilla.

En el lado Este de la Hoja hay dos arroyos de relativa importancia que son afluentes ya fuera de la Hoja, del río Manzanares: el de Máximo y el de la Trofa, que nacen por la unión de varios arroyos al Sur de Hoyo de Manzanares y de los cerros al Este de Torrelodones, llevando primero dirección N-S. y luego NNO-SSE., hasta salir de la Hoja para unirse al Manzanares.

El río Aulencia es la arteria del desagüe del lado occidental de la Hoja. Se forma por la reunión de varios arroyos que nacen en las cabeceras entre la vertiente Sur del macizo de Abantos, del Barranco de la Cabeza y Este de Las Machotas, todos ellos en dirección NO-SE. Después de la última confluencia sigue al Sur de San Lorenzo y de El Escorial con dirección N-E.; hace un fuerte y amplio codo para tomar definitivamente la dirección NO-SE. hasta su salida de la Hoja, al Oeste de Villanueva del Pardillo, y unirse al Guadarrama. Los pocos afluentes de este río carecen de importancia.

También confluye fuera de la Hoja el Arroyo del Pardillo, de dirección NNO-SSE., que nace en los cerros graníticos del Sur de Galapagar y Este de Colmenarejo.

Vías de comunicación.—Las vías de comunicación que atraviesan la Hoja son numerosas y permiten a los habitantes de ella no sólo comunicarse fácilmente entre los diversos pueblos de la zona, sino con el resto de España. En primer lugar pasa por ella la línea del ferrocarril del Norte, con estaciones en Las Matas, Torreldones y Villalba; aquí se bifurca, y una rama va a El Escorial, con estación también en Galapagar, y otra a Guadarrama; la primera pasa por Avila y la segunda por Segovia.

La carretera de Madrid a La Coruña la atraviesa desde su ángulo SE. al NO., pasando por Las Matas, Torreldones, Villalba y sale de la Hoja poco antes de llegar a Guadarrama. De esta carretera parte: en Torreldones la que va al Hoyo de Manzanares y sigue a Colmenar Viejo; la que va a la Colonia de la Estación y a Galapagar; la de Collado Villalba que sigue a Manzanares; la de La Granja y Segovia por el Puerto de Navacerrada; la de Alpedrete y la que va de Norte a Sur a Galapagar y Colmenarejo.

Otra carretera importante es la de Madrid a Avila, que pasa por Galapagar, El Escorial y San Lorenzo de El Escorial, de la cual parte una que va a Las Casas del Canal y a Torreldones; la de Galapagar a empalmar con la carretera de La Coruña; el ramal de Navalquejigo y el de Valdemorillo. De El Escorial parte otra que va a Valdemorillo y llega a Navalcarnero, y de ésta parte un ramal que pasa por Peralejo y Zarzalejo. Finalmente de San Lorenzo sale la que va a Guadarrama para unirse en este pueblo a la general de La Coruña, y en ella nace la pista que conduce al Valle de los Caídos.

Todos los pueblos de la Hoja están comunicados entre sí por buenas carreteras.

GEOGRAFÍA HUMANA

Son pocas las poblaciones en esta Hoja, pero casi todas ellas de más de 1.000 habitantes. La mayoría, si no todas, son lugares elegidos por los habitantes de Madrid, como residencias veraniegas, lo que hace que en estío aumente en más del 100 por 100 en muchas de ellas el número de sus habitantes.

Destacan por la importancia de su colonia veraniega, San Lo-

renzo y El Escorial, Torreldones y Villalba, con pintorescos barrios de señoriales villas, alegres y elegantes, y con magnífica urbanización.

En la zona serrana se explota el granito, uno de los mejores materiales de construcción, en Villalba, Alpedrete, Zarzalejo, Valdemorillo, Hoyo de Manzanares. También se explotan los diques de lamprófidos para recebo de firmes de carretera y para hacer adoquines.

La riqueza principal en todos los pueblos de la Hoja es la ganadería y la cantería; en todos los pueblos de la zona granítica sus moradores son expertos canteros que labran con maestría la piedra berroqueña y cuentan con buenos constructores de casas utilizando el granito. En muchos de ellos hay pequeñas industrias, si bien en alguno su importancia industrial se ha reducido enormemente en estos últimos años (Valdemorillo, por ejemplo).

Los centros de población situados en la Hoja son:

Alpedrete.—Se halla a 40 kilómetros de Madrid. Altitud 919 metros con 948 habitantes. En la villa 656 y en otros 292.

Collado Villalba.—A 38 kilómetros de Madrid. Altitud 917, con 3.355 habitantes. En la villa 931 y en la estación 2.424.

Colmenarejo.—A 29 kilómetros de Madrid. Altitud, 872, y 479 habitantes.

El Escorial.—Se halla a 48 kilómetros, siendo su altitud de 909, teniendo una población de 3.102 habitantes. En la villa, 2.920 y en otros 182.

Galapagar.—Situado a 33 kilómetros de Madrid. Altitud, 881; tiene una población de 1.647 habitantes, de ellos en la villa, 1.472 y en otros 175.

Hoyo de Manzanares.—Se halla a 35 kilómetros de Madrid. Altitud, 1.001, con una población de 1.810 habitantes. En la villa 942 y en otros 868.

San Lorenzo de El Escorial.—Situado a 49 kilómetros de Madrid. Altitud, 1.040; población, 7.182 habitantes. En la villa, 6.656 y en otros, 526.

Torreldones.—Distante 30 kilómetros de Madrid. Altitud, 845, con una población de 1.278 habitantes. En la villa, 416; estación, 676 y en otros, 186.

Valdemorillo.—Situado a 45 kilómetros de Madrid. Altitud, 817, con una población de 1.431.

Zarzalejo.—Distante de Madrid 58 kilómetros. Altitud 1.104, con una población de 921. En la villa, 627, y en otros, 294.

De todos ellos, el mayor que da nombre a la Hoja, es San Lorenzo de El Escorial, con 7.000 habitantes y una importante población veraniega y flotante durante todo el año. Dista 49 kilómetros de Madrid, y su altitud es de 1.028 metros en el Monasterio, pero la población se extiende por la ladera del pie del macizo de Abantos, alcanzando unos 100 metros más de altura en su borde Norte. Es uno de los centros de turismo más conocidos y visitados en España, principalmente por su célebre Monasterio, y muy concurrido por su privilegiada situación al pie de la Sierra de Abantos, lo que permite disfrutar de los encantos de la montaña y de la amplitud de horizonte de la planicie, cerrada por el Norte y Oeste por altos cerros; queda abierta al Sur y Este a la extensa llanura de la depresión terciaria del Tajo. Rodeada de paseos de vegetación frondosa, singularmente en el Valle del Batán, y con fuentes en sus alrededores que constituyen agradables lugares de esparcimiento y descanso.

Por su importancia y magnificencia merecen ser reseñados, aunque muy brevemente, el Monasterio de El Escorial y el Monumento Nacional del Valle de los Caídos.

El Monasterio de San Lorenzo el Real, de El Escorial (foto 1), al Norte del cual y a más altura se encuentra la población de San Lorenzo, y al Este, en el hondo, la de El Escorial. Tomamos de la Guía de El Escorial, escrita por el P. Julián Zarco Cuevas, algunos datos de interés de ésta sobre esta maravilla arquitectónica, que ocupa 34.000 metros cuadrados, rodeada por la parte Norte y a Poniente por dos grandes explanadas llamadas Lonjas, y por los Sur y Este, por jardines. En la construcción de las obras se empleó la piedra berroqueña o granito, abundante en la localidad, y en cuya labra son maestros sus habitantes; los tejados están cubiertos con pizarras y planchas de plomo. Su estilo se ajusta a los cánones del arte grecorromano, predominando el orden dórico. Consta de 16 patios, 11 aljibes, 88 fuentes, 13 oratorios, siete refectorios, nueve torres, 15 claustros, 87 escaleras, 300 celdas, más de 1.600 pinturas al óleo y murales, 1.200 puertas y 2.673 ventanas. De esta magnífica obra se ha dicho con razón: «El Monasterio de El Escorial es majestuoso y sublime como la religión divina que le dió el ser; severo y melancólico como su augusto fundador; fábrica verdaderamente portentosa por lo bello y delicado de sus líneas, por lo bien entendido de sus

proporciones, por la atinada combinación de todas sus partes y por la exquisita sencillez de que hace gala en medio de su misma grandeza.»

Ordenó su construcción el rey Felipe II, en acción de gracias por la victoria de San Quintín, dedicándole a San Lorenzo, porque en aquel día se ganó aquel hecho de armas. Se inició la construcción con la colocación de la primera piedra el día 23 de abril de 1563 por el mismo Felipe II, y se terminó el día 13 de septiembre de 1584 con la colocación de su última. Dirigió las obras al principio el autor de sus planos Juan Bautista de Toledo, y a la muerte de éste, Juan de Herrera, que las terminó y dejó las trazas de las Casas de los Oficios. A Herrera sucedió Francisco de Mora, a quien se deben las trazas del estanque, Compañía y la iglesia de El Escorial. Alguien ha dicho de él: «Y como por otra parte, la artificial construcción de granito excede de las dimensiones normales, el Monasterio, al pie del circo formado por el Risco de los Abantos y Las Machotas, parece de por sí un cerro más que en adelante forma natural parte integrante de la extensa Sierra Carpetana» (C. Bernaldo de Quirós y J. Carandell, 1915, págs. 38-39).

La grandiosa basílica se empezó el día de San Bernardo del año 1563 y fué consagrada el 30 de agosto de 1595 por el Patriarca de Alejandría, Nuncio de Su Santidad en España, en presencia del Rey Felipe II y su hijo don Felipe; son admirables sus pinturas y la grande y magnífica araña que pende del medio de la bóveda, de cristal de roca labrada en Milán, con más de 200 kilogramos de peso, sujeta por un barrón de hierro de 20 m., de una pieza. Es también digna de mención la librería del coro. Todos los libros son de la misma traza y forma y abiertos tienen 1,67 m. de ancho por 1,05 de largo. Sus hojas son de pergamino de macho cabrío y ternera, igualmente blancas por ambos lados. Tienen bellísimas iluminaciones y orlas. Cuenta con 219 cantorales de las mismas pieles, letras, marca y encuadernación, guardados en estantes y cajoneras labradas en ricas maderas.

El visitante de este célebre Monasterio puede admirar el magnífico y severo panteón de Reyes, que ocupa una rotonda debajo del Altar Mayor de la Basílica, en cuya entrada hay una hermosa verja de bronce dorado a fuego, y que sirve de sepulcro a los monarcas españoles, y el variado y elegante de Infantes que consta de nueve cámaras sepulcrales, con sus altares correspondientes; sus suelos

son de mármol blanco de Caygras de Bardiglio, y las paredes revestidas de mármol de Florencia, con fajas blancas de Carrara, que guarda los restos de las demás personas pertenecientes a la familia real. Ambos panteones son obra posterior y sumamente rica.

Dentro del Monasterio están el palacio y habitaciones de Felipe II, en el que son de admirar sus 290 tapices que cubren las paredes. La entrada se efectúa por el lado Norte. Las habitaciones reales se hallan unas decoradas y amuebladas al gusto del siglo XVIII, donde se admiran 290 tapices de la Real Fábrica de Tapices de Madrid, que representan cuadros de Goya, Bayeu y otros insignes pintores. Otras habitaciones se conservan como las habitó Felipe II y son las más sencillas y que producen más emoción.

Además del grandioso Monasterio y el Palacio, merece ser visitada la llamada Casita del Príncipe, construída en 1772 por orden de Carlos IV siendo Príncipe de Asturias, por lo que se le dió ese nombre. Es obra de don Juan de Villanueva; está decorada con muy buenas pinturas, mereciendo citarse entre sus habitaciones el salón llamado de la Torre. Posee una rica colección de bronce, asientos, relojes, y todo el mobiliario es de lo más elegante y lujoso del siglo XVIII. Las paredes de las salas, tapizadas con seda y raso, con flores y finos bordados en seda de colores, merecen una detenida visita para comprender el esplendor de una época. Causa gran admiración igualmente las piezas de maderas finas que con gran profusión se presentan al visitante.

El Monumento Nacional del Valle de los Caídos se está construyendo en el circo de Cuelgamuros; es un cerro granítico rodeado por elevaciones mayores, en las que actualmente se realiza una intensa repoblación forestal. Cuando esté finalizado, este paraje de por sí bello, será el más grandioso de la Sierra de Guadarrama. Por deseo de S. E. el Jefe del Estado se ha construído para que en él reposen los restos de los que dieron su vida durante la guerra de Liberación.

El Monumento consta de una cripta en forma de cruz, excavada dentro del granito, de 270 metros de longitud y 45 metros de altura, que tiene en el crucero 40 metros de diámetro, rematado en lo alto por una bella bóveda de mosaico. El interior está adornado con pinturas alegóricas y en los laterales de la nave se han tallado las capillas donde reposarán los restos de los caídos.

Sobre el cerro donde se ha excavado la cripta se ha construído una

gigantesca cruz (foto 4) de 153 metros de altura, con brazos de 48 metros de largo, apoyada en su basa por cuatro grandes grupos escultóricos que representan los Evangelistas, labrados en caliza negra de Calatorao, que contrastan con la estructura de la cruz, recubierta de granito.

La Cruz de los Caídos se divisa desde gran distancia, pero su magnificencia sólo se percibe situándose a su pie y pensando en su significado.

Climatología.—El clima de esta región es francamente mediterráneo, en su variedad continental, con fuerte variación anual y diaria de la temperatura para un mismo punto, pues además hay gran diferencia entre la parte montañosa de la zona norte y la planicie meridional. El clima es seco, con máximo de lluvia en primavera y otoño, y mínimo muy pronunciado en estío; y también es distinto el valor en la zona serrana que en la planicie.

A continuación insertamos el cuadro de datos climáticos de San Lorenzo, facilitados por el catedrático de Física del Aire, de la Facultad de Ciencias, doctor Morán Samaniego, y en el que se recogen los resúmenes de dieciocho años de observaciones en el territorio de la Hoja.

Temperaturas

	Media de máximas	Media de mínimas	Media	Lluvia en mm.
Enero	8,7	0,4	4,6	67
Febrero	10,3	1,4	5,9	96
Marzo... ..	12,3	2,6	7,5	97
Abril	15,9	5,3	10,6	75
Mayo	19,1	7,8	13,5	80
Junio	25,1	12,6	18,9	40
Julio	29,4	15,7	22,6	9
Agosto... ..	29,7	15,8	22,8	16
Septiembre... ..	24,4	12,6	18,5	70
Octubre.	17,5	7,8	12,7	97
Noviembre.	11,7	4,0	7,9	102
Diciembre... ..	9,2	1,7	5,5	89
<i>Anual</i>	17,8	7,4	12,6	838
Temperatura máxima absoluta			39,8 en julio	
Temperatura mínima absoluta			— 9,8 en enero	
Dirección dominante del viento			N.	

III

ESTRATIGRAFÍA Y PETROGRAFÍA

Dentro del ámbito de esta Hoja existen las formaciones geológicas siguientes:

I. El complejo cristalino, formado por granitos y gneis. Ocupa más de las cuatro quintas partes de su superficie.

II. El pequeño residuo de sedimentos cretácicos, superpuesto a los granitos en las cercanías de Villalba.

III. Los sedimentos detríticos del Terciario superior, que ocupan el ángulo SE. de la Hoja.

IV. Los aluviones y terrazas cuaternarias que asoman en las márgenes del río Guadarrama, y que más al Sur en las Hojas colindantes adquieren mayor desarrollo.

1. *El complejo cristalino*

Dentro de la primera formación geológica pueden diferenciarse, desde el punto de vista cronológico relativo y litológico, las siguientes unidades:

A. El conjunto metamórfico, formado casi en exclusiva por gneis glandulares y migmatíticos, con algunas intercalaciones locales de mármoles calizos o magnesianos, o rocas ricas en silicatos cálcicos y magnésicos.

B. El conjunto granítico, constituido por rocas cuya composición varía entre la de los granitos propiamente dichos y las rocas granodioríticas.

C. Las formaciones filonianas (cuarzo, aplitas, pegmatitas, pórfidos, lamprófidos, diabasas), unas veces claramente discordantes, otras con relaciones de contacto más difusas y que atraviesan o es-

tán incluídas en las dos formaciones anteriores. Algunas de estas rocas son claramente posteriores al complejo granítico-metamórfico; otras, como veremos más adelante, son sincrónicas con una u otra roca y pueden ser consideradas como una secuela de los procesos de formación del granito o del metamorfismo que ha impuesto las características de aquellas rocas. Dentro de ellas es muy difícil establecer una cronología relativa, pues como veremos más adelante, existen datos que parecen indicar distintas posibilidades de formación y de edad para algunos tipos (pegmatitas por ejemplo).

A. *La formación metamórfica.*—Los gneis y rocas asociadas aparecen en la Hoja de San Lorenzo en cuatro macizos aislados: Uno de ellos, el más extenso, forma parte de la gran mancha metamórfica que se prolonga por el SO. y S. hasta Villa del Prado, y que termina por el Norte, muy cerca del borde septentrional de la Hoja en las inmediaciones del pueblo de Guadarrama; esta mancha corresponde a la zona de mayores elevaciones y en publicaciones anteriores ha sido denominada «Macizo metamórfico de Abantos» (A 2), por ser este vértice el más elevado de toda ella.

Las otras tres están localizadas en el borde meridional del macizo cristalino, y por estar cortadas por la falla meridional del Guadarrama deben representar las partes visibles de un conjunto mayor soterrado al Sur de la falla, bajo la cobertera mesozoica y cenozoica de la cuenca del Tajo. De los tres manchones, el más oriental está localizado en el comienzo del antiguo Canal del Guadarrama (D 3), que tomaba aguas en la presa del río, actualmente un tanto derruida y fuera de uso. Fué señalada por C. del Prado (1864) y representada en los planos geológicos del siglo pasado, pero en publicaciones posteriores fué borrada, aunque más tarde L. Fernández Navarro (1928) recordó de nuevo sus existencia. Tiene, a grandes rasgos, forma triangular de dimensiones muy reducidas, sin sobrepasar el medio kilómetro cuadrado.

Otra de las manchas metamórficas de este borde Sur, también de dimensiones exiguas, se extiende desde el arroyo Vinatea hasta el Cerro del Madroñal (CD 4); está separada de la tercera, y más importante, la del SE. de Valdemorillo, por una estrecha apófisis granítica que llega hasta el límite con los sedimentos terciarios. Esta última (C 4) se prolonga hacia el Sur de la Hoja, hasta penetrar en la de Villaviciosa de Odón, donde adquiere relativamente gran ex-

tensión, según se ve en la publicación correspondiente; aunque la correspondencia entre nuestros límites y los señalados anteriormente por Gálvez Cañero y Jordana Soler en la Hoja 558 (Instituto Geológico y Minero de España, 1941) no es completa, podemos afirmar haber seguido paso a paso los límites de esta formación en la zona de borde, y creemos haber representado adecuadamente los contactos.

Los gneis, unas veces nodulares o glandulares («augengneis», de los autores alemanes) y otras veces de carácter migmatítico con alternancias entre capas oscuras ricas en minerales micáceos y capas claras formadas casi exclusivamente de cuarzo y feldespatos, son las rocas que integran todas las manchas metamórficas de la Hoja. Su composición mineralógica, aunque variable cuantitativamente, es siempre la misma; y si se descartan algunas zonas donde pueden estudiarse fenómenos locales de metamorfismo regresivo con transformaciones de los minerales originarios en otros de más baja temperatura (clorita, moscovita y epidota), puede asegurarse que dentro de la extensión estudiada el grado de metamorfismo es en todos los puntos prácticamente el mismo.

Las diferencias que pueden encontrarse entre los gneis sobre el terreno e incluso microscópicamente en el Laboratorio, son las de carácter estructural a que antes se hizo referencia, pero la distribución espacial de estas variedades es tan irregular, que resulta imposible trasladar al plano de forma adecuada las zonas en las que dominan los gneis glandulares y los migmatíticos, pues además entre unos y otros existen variedades de tránsito difíciles de encajar en uno u otro tipo; por ejemplo, con mucha frecuencia se pasa de un gneis glandular en el que los nódulos de feldespato están perfectamente individualizados y tienen forma más o menos elipsoidal (foto 15), a un gneis en el que los nódulos son progresivamente más alargados, hasta el punto de que dejan de estar formados por un solo cristal de feldespato alcalino, y llegan a fusionarse en bandas lenticulares (foto 16); entre estas variedades de aspecto embrechítico y los gneis embrechíticos propiamente dichos, en los que las bandas cuarzo-feldespáticas son más continuas, hay muy poca diferencia (foto 17).

A pesar de existir estas variaciones esporádicas de carácter estructural, se puede decir en términos generales, que en la mancha metamórfica de Abantos (A 2) dominan los gneis glandulares en sus

zonas setpentrional y oriental; a partir de San Lorenzo hacia el Oeste son progresivamente más abundantes los gneis embrechíticos, que después son los más frecuentes en esta mancha metamórfica en su prolongación fuera de la Hoja.

La pequeña mancha del Canal del Guadarrama está casi exclusivamente formada por gneis embrechíticos, pero en las otras dos de este mismo borde del macizo, aparecen ambas variedades, dominando más las glandulares. Además de estas variantes de glandular y migmatítico, existen en algunos puntos gneis con estructura pizarrosa o esquistosa, sin individualización de los minerales ácidos; son menos frecuentes que los anteriores, y resulta difícil su representación en el plano, pues también se enlazan con los anteriores por términos de transición; tampoco existen en ellos diferencias mineralógicas que puedan relacionarse con esta variación estructural, si se exceptúa la mayor abundancia de biotita.

Las tres variedades fundamentales encontradas en esta Hoja, son las mismas que aparecen en todo el Guadarrama Central, en donde se presentan distribuidas, más o menos, de la misma forma irregular, sin correlación aparente, como cabría pensar a primera vista, entre su mayor o menor proximidad a los macizos graníticos, ya que el contacto se establece indistintamente a través de las variedades glandulares, migmatíticas o esquistosas.

La composición mineralógica de todas las variedades es bastante homogénea, todos son gneis, ricos en feldespato con bastante microclina y un feldespato calcoalcalino de la composición de oligoclasa, que, con la biotita y la moscovita, son los otros minerales fundamentales; en general, estas últimas aparecen simultáneamente, aunque con predominio de una de las dos, según las variedades. También hay casos en que sólo existe o la biotita o la moscovita, pero son raros.

En las variedades ricas en moscovita, se encuentra con frecuencia asociada una proporción reducida de silimanita fibrosa con relaciones texturales, que indican que este mineral se ha formado a partir del primero, quizá por aumento local del grado de metamorfismo, favorecido por la gran proporción de aluminio existente en la roca; la coexistencia de la silimanita y del feldespato alcalino, inestable si las condiciones de presión, temperatura y composición para su formación persisten, puede explicarse si se admite que, en las rocas del Guadarrama Central, estas condiciones apenas se han logrado y que

se trata solamente de una reacción incipiente en la que aún no se ha alcanzado el equilibrio total entre los minerales que se transforman.

Además de todos estos minerales y del cuarzo que siempre es abundante, existen en algunos puntos variedades turmaliníferas y granatíferas; la turmalina es la variedad común negra, y el granate tiene los caracteres de una variedad rica en almandino.

Los gneis turmaliníferos y granatíferos, no dejan de ser más que variedades localizadas y esporádicas; no puede hablarse en ningún caso de un desarrollo regional de los granates, que pueda estar relacionado con una mayor o menor intensidad del metamorfismo.

En los gneis existen otros minerales accesorios, como magnetita, ilmenita, zircón, titanita y apatito. Esta paragénesis se repite sin más diferencias que las puramente cuantitativas; indicando por su constancia unas condiciones de metamorfismo prácticamente iguales en todos los puntos de la formación, por lo que puede afirmarse que en la Hoja de San Lorenzo la tónica general del metamorfismo es una gran monotonía en la transformación. Esto denota en primer lugar que el metamorfismo que ha ocasionado la transformación es un metamorfismo regional clásico, establecido sobre grandes extensiones y durante un tiempo prolongado, ya que no aparecen síntomas de que la paragénesis no haya logrado el equilibrio (excepto en la aparición de la silimanita que ya hemos explicado anteriormente); en efecto, para encontrar variaciones en la intensidad del metamorfismo hay que alejarse por el Este hasta la Hoja de Buitrago, en donde las ramas metamórficas que entran en contacto con el pequeño plutón de la Cabrera por su límite oriental, forma una serie progresiva que va desde los gneis feldespáticos hasta los sedimentos arcillosos apenas metamorizados. Además se puede concluir que la transformación metamórfica se ha realizado en niveles profundos, como indica la asociación fundamental

cuarzo-oligoclasa-microclina-biotita y (o) moscovita

característica de condiciones de formación en todo análogas a las de los granitos.

Existen algunas variaciones, fundamentalmente estructurales, aunque también mineralógicas en el contacto de los gneis con el granito, que más adelante se detallarán, pero estas modificaciones se

concretan a un espacio tan reducido que se puede medir en metros, que impide pensar en aureolas de metamorfismo de contacto superpuestas al metamorfismo regional. Desde este punto de vista se debe hablar más de una independencia casi completa entre las dos formaciones, aunque conviene tener presente que los granitos posteriores al gneis apenas pueden haber afectado a éstos, por haberse formado en niveles y condiciones físicas análogas; como la composición de unos y otros tampoco es muy diferente, parece lógico y de acuerdo con la realidad, que la formación de granitos dentro de los gneis no lleve aparejada modificaciones ni intensas ni espectaculares.

Esta serie metamórfica profunda que aparece en la Hoja de San Lorenzo, representa un metamorfismo que en la clasificación de Gruberman y Niggli, corresponde en su totalidad a la catazona, y en la de facies mineralógicas de Eskola, a la facies de las anfibolitas, aunque por las características de la mayor parte de sus minerales no puede hacerse una clasificación en subfacies con más detalle.

Para poder hacer esto más adecuadamente, utilizaremos las rocas metamórficas procedentes de antiguas calizas y dolomías, o en general, de sedimentos ricos en calcio y magnesio, que aparecen intercalados entre los gneis en varios puntos del macizo metamórfico de Abantos.

A estas rocas, desde el trabajo de J. Carandell (1914) se las viene denominando colectivamente como calizas cristalinas, aunque esta denominación no sea muy apropiada, pues junto con mármoles verdaderos, aparecen una gran variedad de rocas piroxénicas y anfibólicas en las que los carbonatos han desaparecido por completo a consecuencia de las reacciones metamórficas, o quedan en proporción reducida; es más, hay yacimientos de rocas metamórficas ricas en minerales cálcicos y magnésicos, en los que no hay trazas de calcita o dolomita, que también proceden de sedimentos originariamente ricos en carbonatos.

En el trabajo de Carandell se describe con detalle el yacimiento del puerto de Malagón (págs. 14-16), el único que queda dentro de esta Hoja de los por él estudiados. Existen además calizas cristalinas junto a la margen derecha del Arroyo del Batán, al Sur de los kilómetros 9-10 de la carretera de El Escorial a Robledo, en las proximidades del cruce del Arroyo Loco con la carretera de Guadarrama-El Escorial y en el Arroyo del Tobar, en el mismo borde Oeste de la Hoja, puestas de manifiesto por la perforación que se ha reali-

zado por la traída de aguas de San Lorenzo. Es posible que además de estos yacimientos existan algunos más, pues esporádicamente hemos encontrado trozos sueltos de rocas anfibólicas y piroxénicas en sitios alejados de los antes señalados, que deben proceder de capas intercaladas en el gneis, difíciles de localizar.

Las rocas metamórficas que se encuentran en todos estos yacimientos son extraordinariamente variadas y cambian muy rápidamente en su composición mineralógica de capa a capa, hasta el punto que pueden tomarse muestras totalmente distintas en capas adyacentes.

Las asociaciones más frecuentes y más importantes desde el punto de vista de la determinación de la intensidad metamórfica, son las siguientes:

Calcita (o dolomita)-flogopita-serpentina.

Calcita (o dolomita)-cuarzo-serpentina.

Calcita (o dolomita)-olivino-serpentina-espinela.

Diópsido-actinolita.

Diópsido-flogopita.

Diópsido-flogopita-hornblenda.

Diópsido-flogopita-cuarzo-microclina.

Diópsido-ortosa.

Actinolita-cuarzo.

Actinolita-flogopita-serpentina.

Actinolita-flogopita-zoisita-cuarzo.

Además, aunque poco abundante, hemos encontrado granate e idocrasa en las calizas del puerto de Malagón. Todos los minerales ferromagnesianos tienen muy poco hierro (flogopita incolora, actinolita tremolítica, olivino muy rico en forsterita y diópsido prácticamente puros, antigorita incolora, etc.), lo cual indica que los sedimentos originarios eran calizas magnesianas o dolomías muy pobres en hierro.

La existencia, muchas veces en zonas muy próximas a yacimientos, de variedades ricas en carbonatos y otras en las que éstos han desaparecido por reacción con la sílice y otros componentes, indica que durante el metamorfismo la movilidad de aquel componente ha sido reducida y que de su proporción local depende la abundancia o

escasez de los minerales que acompañan o reemplazan a los carbonatos.

Las asociaciones encontradas son más o menos características de las zonas más profundas de la facies de las anfibolitas y algunas de ellas (rocas con espinelas y con olivino) llegan a indicar condiciones de metamorfismo más intenso (facies de las cornubianitas piroxénicas).

Estos datos están de acuerdo con lo encontrado en los gneis dominantes del macizo, en los que están incluidas las rocas calcomagnesianas, ya que en ellos la paragénesis banal

cuarzo-microclina-oligoclasa-biotita (y/o moscovita)

es típica, aunque no muy representativa de la facies de las anfibolitas propiamente dichas, mientras que la asociación

cuarzo-microclina-oligoclasa-moscovita (y/o biotita-silimanita)

representa ya el paso de la facies de las anfibolitas a metamorfismos superiores; recordemos que, según H. Ramberg (1952, pág. 151), el criterio más apropiado para señalar el límite superior de la facies de las anfibolitas sería la transformación

$moscovita + cuarzo \rightleftharpoons ortosa + silimanita$

que en las rocas de la Hoja de San Lorenzo comienza a manifestarse esporádicamente.

B. *La formación granítica.*—Las rocas graníticas que forman la mayor parte del complejo cristalino en la Hoja de San Lorenzo, son en realidad, un resto de un macizo de dimensiones batolíticas que abarca ininterrumpidamente la mayor parte del sistema central, dentro del cual a modo de islotes, superpuestos a él, quedan aisladas las zonas metamórficas. No es posible, por tanto, hacer extensivas las descripciones y consecuencias que se deduzcan para tan pequeña superficie a todo el conjunto que se extiende desde el meridiano de Torrelaguna hasta cerca de la frontera portuguesa, pues dentro de su monotonía, en las distintas partes de este gran batolito aparecen elementos diversos que acreditan una mayor complejidad que la que hasta ahora se suponía.

Dentro de la Hoja, los granitos (en sentido amplio) carecen de estructuras reconocibles sobre el terreno, o en la observación microscópica, y no son raros los casos en que se pueda hablar de variedades orientadas (fotos 19-20) que establezcan un tránsito hacia el gneis o las rocas metamórficas que tienen superpuestas; estas variedades se concretan a algunas escasas zonas del contacto y nunca tienen desarrollo regional. Estamos, por tanto, en presencia de un granito típico desde el punto de vista estructural, en el que no siempre existen trazas visibles de orientación metamórfica.

Hay muchas variedades, tanto desde el punto de vista estructural como del mineralógico o de composición, de las cuales solamente se detallarán las que tienen una extensión regional importante.

El tipo del granito más frecuente es una variedad gris de grano medio, relativamente rico en biotita y en feldespatos; de éstos, por regla general, el más abundante es el calcoalcalino, que se presenta en cristales subidiomorfos de tamaño elevado, profusamente zonados. Además de la biotita suele tener moscovita, aunque siempre en proporción reducida; sin embargo, son raros los ejemplares en los que falta este último mineral, haciendo excepción de la pequeña proporción de sericita que pueda existir a consecuencia de la alteración en los feldespatos.

En el cuadro I están incluidas las composiciones mineralógicas cuantitativas de diez ejemplares de distintas zonas de la hoja, que en conjunto pueden considerarse representativos de esta variedad de granito de grano medio; de los datos numéricos se deduce que, en muchos casos, estos granitos deberían denominarse granodioritas, y por ello en la descripción y en el plano geológico se les llama granitos granodioríticos.

Los granitos granodioríticos tienen, por regla general, inclusiones básicas de tamaño variable, desde unos centímetros hasta cerca de un metro, de formas más o menos redondeadas. Destacan claramente por su color gris oscuro o negro, sobre la masa gris clara del granito, y en las superficies alteradas por su mayor o menor resistencia a los agentes erosivos. Estas inclusiones, los gabarros o negrones de los canteros de la sierra, están formadas por un agregado granoblástico de grano fino, de cuarzo, plagioclasa, ortosa y biotita, con abundantes minerales accesorios (especialmente zircón y apatito) con disposiciones texturales muy diversas; varían en composición desde las granodioritas ricas en biotita hasta verdaderas

CUADRO I
Granitos granodioríticos—Composición mineralógica

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media
Cuarzo.....	32,9	35,5	34,4	30,3	34,4	26,1	28,3	33,9	29,0	26,9	31,2
Feldespato alcalino .	28,3	28,5	29,3	25,2	23,1	25,2	22,2	22,7	22,5	20,3	24,7
Plagio.....	27,1	29,4	31,8	34,5	33,5	38,6	34,7	35,4	36,0	41,8	34,3
Biotita + Clorita....	6,6	2,8	2,4	8,6	5,7	9,4	14,4	5,3	10,8	9,8	7,6
Moscovita.....	4,6	3,6	1,8	1,0	2,9	0,3	0,1	2,2	1,2	0,8	1,8
Accesorios opacos..	—	0,1	—	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Accesorios transpa- rentes.....	0,4	—	0,4	0,2	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Feldespato alcalino/ feldespatoide.....	0,51	0,49	0,48	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,32	0,42
Puntos contados....	14,20	18,72	17,04	16,37	13,95	15,13	14,06	15,30	16,25	15,33	—

1. Zarzalejo.—2 Alpedrete. 3. Alpedrete.—4. Valdemorillo.—5. Torrelodones. 6. Galapagar.—7. Villalba.—8. Colmenarejo.—9. El Escorial.—10. Torrelodones.

Los números 1, 2, 3, 5, 7 y 10 medidos por F. Cayes (1955); los números 4, 6, 8 y 9 medidos por J. M. Fúster.

cuarzodioritas. Se puede anticipar que los gabarros son residuos de la transformación en granito de los enclaves xenolíticos de gneis que abundan mucho en los contactos entre el granito granodiorítico y la formación metamórfica. Existe una correlación que puede hacerse extensiva a otras zonas del Guadarrama, entre la frecuencia y densidad de gabarros dentro de la masa del granito, pues hacia las zonas alejadas del contacto la cantidad de aquéllos disminuye por regla general.

Los granitos granodioríticos se extienden por las partes centrales de la Hoja desde Villalba y Torrelodones hasta Valdemorillo, y el ángulo SO., formando la mayor parte de las zonas bajas del zócalo cristalino del pie de la sierra, y que por sus buenas propiedades tanto en la extracción como en la resistencia a los agentes mecánicos y químicos, es el más utilizado como piedra de construcción.

Existe otra variedad de granito que ocupa zonas extensas dentro de la Hoja: es un granito de grano grueso, más pobre en minerales micáceos que el granodiorítico, áspero en las superficies alteradas y en la fractura, y en general menos apropiado para la cantería por su rotura menos fácil. En él es difícil encontrar los enclaves básicos tan frecuentes en la variedad anterior, y en conjunto se presenta como masas de gran uniformidad.

En sección delgada se caracterizan por la abundancia relativa de cuarzo y feldespato alcalino y la menor proporción de biotita y plagioclasa con respecto al tipo granodiorítico; este último mineral no presenta estructuras zonales o son de composición sencilla y tiene un porcentaje en anortita, medido con platina teodolítica, que raramente sobrepasa el 20 por 100. La proporción relativa de los minerales micáceos también es diferente, pues son más frecuentes las variedades en que la moscovita está en proporción análoga a la biotita o incluso en mayor cantidad. Son, por tanto, granitos verdaderos, con tendencia hacia granitos alcalinos, claramente diferentes de los granitos granodioríticos, como puede comprobarse en los datos cuantitativos (cuadro II).

Los granitos de grano grueso dominan al NO. del macizo metamórfico de Abantos, especialmente en el circo del Valle de los Caídos; también ocupan el Sur de la sierra del Hoyo de Manzanares y la zona de Las Machotas a Zarzalejo. Además aparecen algunos asomos dentro de la masa de granito granodiorítico, que no es posible delimitar para su representación en el plano.

CUADRO II

Granitos normales. Composición mineralógica

	11	12	13	14	Media
Cuarzo...	34,5	38,0	35,3	32,1	35,0
Feldespato alcalino...	36,6	30,3	36,1	35,8	34,7
Plagioclasa ...	22,1	24,5	26,6	28,8	25,5
Biotita-clorita ...	2,8	3,0	1,0	3,3	2,5
Moscovita...	3,8	4,1	1,0	0,1	2,3
Accesorios opacos ...	—	—	—	—	—
Accesorios transparentes ...	0,1	0,1	—	—	—
Feldespato alcalino/feldespatos ...	0,62	0,67	0,58	0,55	0,58
Puntos contados...	1.465	1.534	1.660	1.533	—

11. Valle de los Caídos.—12. Valle de los Caídos.—13. Hoyo de Manzanares.—14. Villalba.

El número 14 medido por F. Chayes (1955). Los números 11, 12 y 13 medidos por J. M. Fuster.

Los granitos granodioríticos de grano medio y los granitos de grano grueso son las variedades más abundantes dentro de la Hoja, pero no las exclusivas. Existen otros tipos que se diferencian de los anteriores más por su estructura que por su composición mineralógica. En algunos sitios, especialmente en las zonas de contacto cercanas a los gneis, hay variedades de granito porfiroide, en los que sobre una masa de estructura y composición granítica destacan fenoblastos idiomorfos de feldespato alcalino que alcanzan a veces dimensiones cercanas al decímetro; estos cristales de ortosa o microclina suelen estar maclados según la ley de Carlsbad y tienen numerosas inclusiones de biotita, moscovita, cuarzo e incluso feldespato calcoalcalino, apareciendo muchas veces en una disposición zonal con ordenación grosera. Los fenoblastos de feldespato alcalino suelen estar además pertitzados irregularmente por una plagioclasa muy ácida; unas veces están desordenados dentro de la masa del granito, pero otras están dispuestos ordenadamente con sus ejes verticales, tendiendo al paralelismo, estableciéndose así una transición gradual hacia los gneis nodulosos, en los que los nódulos son tam-

bién fenoblastos de feldespato alcalino con inclusiones, aunque siempre presentan una forma redondeada.

También aparecen con frecuencia unas variedades de granito aplítico, tanto en las zonas de granito de grano grueso como en las zonas granodioríticas. Estos granitos aplíticos suelen ser más ricos en moscovita que las otras variedades; la biotita o la clorita que resulta de su transformación puede agruparse en pequeñas zonas de unos 2 cms. de diámetro, que destacan por su color del resto de la roca. Este tipo de granito, denominado aplítico o de grano fino, aparece con frecuencia en zonas más o menos tectonizadas, y otras veces en las correspondientes al contacto granito-gneis, con la característica de englobar en su seno bloques de gneis completamente desorientados.

Tanto los granitos aplíticos como los porfídicos aparecen en numerosos puntos de la Hoja, pero su representación en un plano de esta escala resulta imposible tanto por la abundancia y pequeña extensión de los afloramientos, como por existir transiciones de todo orden entre ellos y los granitos típicos de la sierra.

El contacto entre el granito y la formación metamórfica.—Se puede decir, en términos generales, que en esta zona la separación entre las rocas graníticas y las rocas metamórficas se establece muy rápidamente sobre el terreno; unas veces a través de un contacto brusco y tajante, y otras por el intermedio de una zona de caracteres híbridos de unos pocos metros, y aun decímetros, que separa, por un lado, al granito no estructurado, de caracteres análogos a los que puedan existir en el centro del macizo, y por el otro, a un gneis perfectamente definido en todo idéntico al que existe en las zonas más alejadas del granito. Esta modalidad de contacto, sin ser la única, se repite en muchos otros puntos del Guadarrama y plantea problemas genéticos de gran importancia (fotos 10-14).

Cuando el contacto es brusco (fotos 13-14), la separación de granito-gneis podría jalonarse en el terreno con precisión menor de un centímetro, pues el granito llega incluso a cortar las glándulas feldespáticas de los gneis; esto podría ser explicado si se admite que la separación entre ambas rocas es un contacto anormal de tipo tectónico, lo cual puede admitirse en muchos casos por existir fenómenos de rotura y trituración en la zona de separación, como ocurre en varios puntos del límite sureste del macizo de Abantos (fotos 9-10). En otros casos esta interpretación resulta más difícil, ya

que ni en el granito ni en el gneis se observan fenómenos dinámicos ni otros datos que delanten la existencia de fenómenos tectónicos anormales; muchas veces ambas rocas están tan soldadas, que pueden cogerse muestras en las que existan al tiempo los dos tipos de roca sin que haya mayor posibilidad de rotura por el plano de separación. En términos generales, el contacto es discordante, pues la estructura de gneis, en la mayor parte de los casos, son cortadas por la superficie de separación; la discordancia de detalles es también discordancia general, pues no existe una coincidencia apreciable entre las direcciones regionales de foliación del gneis y la dirección general del contacto, si se exceptúan algunas zonas del límite S. del macizo de Abantos.

En otras partes el contacto no es tan violento, aunque no por ello es menos rápido. En el espacio de unos metros se pasa del gneis normal a una variedad en la que aparecen manchas difusas con pérdida de los caracteres estructurales y que, estudiadas individualmente, pueden ser consideradas como un granito aplítico rico en moscovita del que se pasa a una roca de masa con composición y estructura granítica en la que quedan incluidos fragmentos irregulares o, con los bordes redondeados, del gneis que aún conserva la estructura. Estos enclaves del gneis suelen tener sus bordes bien delimitados y alcanzan tamaños muy variables, desde unos decímetros hasta varios metros cúbicos; abundan mucho en las zonas próximas al gneis y después decrece su frecuencia en las partes más elejadas.

En el contacto Norte de la zona metamórfica de Valdemorillo (BC4), muy cerca del pueblo, son bien visibles estos enclaves, a veces muy próximos unos de otros (fotos 25-27); puede observarse que los planos de foliación del gneis están orientados en las posiciones más diversas, mientras que en la zona adyacente metamórfica la foliación se mantiene más o menos constante para la distancia en la que se estudia el fenómeno. La misma disposición desorientada de los enclaves se observa en el borde occidental del macizo metamórfico de Abantos, cerca del arroyo Guatel 2.º, donde el granito, que tiene textura aplítica, parece penetrar en los gneis aislando enclaves que quedan desorientados con respecto a la masa metamórfica inmediata.

En cambio, en el mismo macizo, al Oeste de Zarzalejo y en una banda de granito de más de 100 metros, aparecen enclaves de gneis de formas alargadas o lenticulares, paralelos entre sí y a la foliación general del macizo metamórfico de esta zona (foto 28): lo mismo

ocurre más al Norte de este mismo contacto, entre la Machota septentrional y el cruce con el Arroyo del Batán.

En el primer caso la interpretación más lógica es admitir una movilidad de la masa granítica con invasión mecánica de las áreas metamórficas por un mecanismo de anatexis, un desplazamiento dentro de una masa más o menos fluida o plástica de los fragmentos gneísicos. En el segundo, dada la orientación de los enclaves, parecería más razonable admitir una formación del granito *in situ* a partir de los materiales metamórficos, sin que los residuos aún no granitizados hayan sufrido desplazamiento mecánico de ninguna clase.

Ya estén los enclaves orientados o desorientados con respecto a la foliación del gneis adyacente, experimentan una serie de transformaciones estructurales y mineralógicas que les hacen perder por completo sus caracteres primitivos. El primer paso de esta transformación consiste en la desaparición progresiva de la foliación del gneis; aparecen trozos difusos en que las rocas adquiere textura granoblástica entre la que quedan difuminadas, partes donde aún se percibe una orientación paralela de los cristales micáceos, o restos poco definidos de los primitivos nódulos de feldespatos, que en fases más avanzadas desaparecen por completo, originándose un agregado de grano medio o fino sin orientación aparente, que destaca del granito con tonalidad más oscura.

En estas primeras fases de la modificación estructural, el enclave sigue bien individualizado dentro del granito, aparentemente con su forma y dimensiones originarias, por lo que hay que deducir que el conjunto de las transformaciones son de carácter metasomático, es decir, el xenolito de gneis, aislado dentro del granito, persiste como conjunto sólido mientras se realizan estos procesos de transformación.

Los cambios estructurales están acompañados de una profunda reconstrucción mineralógica, más de carácter cualitativo que cuantitativo, pues en el agregado de grano fino o medio no orientado persisten los mismos minerales que en el gneis, aunque de características diferentes; los feldespatos calcoalcalinos, por ejemplo, que en los gneis de los macizos metamórficos son poco o nada zonados y pobres en anortita, pasan a ser cristales muy zonados y de mayor contenido medio en este mineral; la zonación se realiza también metasomáticamente (J. M. Fúster y E. Ibarrola, 1956). Los cristales de biotita del gneis se desglosan en una serie de pequeños cristales del

mismo carácter, pero con pleocroísmo algo diferente. Los agregados de moscovita y silimanita, en las variedades en que existe este mineral, se plagan de pequeños octaedros de espinela verde; la moscovita llega a perderse por completo o persiste en una proporción más reducida que en el gneis originario.

En resumen, resulta un roca algo más rica en minerales básicos y más pobre en minerales claros que el gneis primitivo.

En fases más avanzadas de la transformación, los enclaves se enriquecen aún más en biotita y plagioclasa y minerales accesorios, con un contenido relativamente menor de cuarzo y feldespato alcalino, hasta llegar a una composición granodiorítica y cuarzdiorítica con tonalidad más oscura, a veces casi negra, y con disposiciones texturales granoblásticas muy variadas.

Estos enclaves básicos son de menor tamaño que los anteriores, tienen formas redondeadas, tendiendo a la esférica o elipsoidal, rodeados muchas veces de una aureola cuarzofeldespática más o menos ancha que le separa del granito. Estas inclusiones son los gabarros o negrones, tan frecuentes en los granitos granodioríticos cercanos a las zonas de contacto (fotos 31-32). En las inmediaciones del gneis son más frecuentes los enclaves de gneis sin apenas transformar, mezclados con gabarros, pero más lejos del contacto, los gabarros son los únicos restos que persisten. En las zonas donde los enclaves gneísicos están desorientados hay una mezcolanza irregular de todos estos tipos de inclusiones en las más diversas fases de transformación, dato que apoya la idea de una movilidad de la masa granítica (J. Fúster y F. de Pedro, 1955), pero donde los enclaves están orientados la intensidad de la transformación parece estar ligada a la lejanía de la zona de contacto y a las dimensiones del enclave primitivo, lo cual habla también a favor de una granitización del gneis *in situ*.

En el cuadro III se incluyen una serie de análisis químicos de los enclaves gneísicos y sus productos de evolución, en los cuales puede observarse la basificación general a que antes se ha hecho referencia.

La discordancia general del contacto, la existencia y disposición de los enclaves de gneis o sus productos de transformación, indican que en la mayor parte de los casos el granito se ha formado a expensas del gneis por un proceso anatéxico, incluso de carácter intrusivo, aunque en algunas zonas la formación del granito se haya realizado más por un proceso metasomático que anatéxico; precisa-

mente los puntos en que esto se observa son los más occidentales (dentro de la Hoja) del macizo metamórfico de Abantos (A 2), donde pueden haberse alcanzado niveles más profundos en las condiciones energéticas que determinan la formación de granito.

De lo que no cabe duda es de la posterioridad del granito con respecto a la formación metamórfica, ya que esta última roca es cortada en sus estructuras y afectada por los fenómenos de transformación antes descritos. Como ya se ha hecho notar en publicaciones anteriores, esta conclusión parece a primera vista que está en contradicción con el hecho de la falta de aureola de metamorfismo de contacto en torno al granito; tal aureola no es perceptible en ningún punto sobre el terreno, no porque hayan dejado de existir influencias del granito sobre el gneis, sino por el hecho de que al ser los gneis rocas con paragénesis, muy análogas a las del granito, de minerales formados a temperaturas prácticamente idénticas a las de los que integran esta última roca, las transformaciones son poco intensas por existir *grosso modo* un equilibrio entre uno y otro conjunto mineralógico. No pueden esperarse cambios tan espectaculares como los que se producen en los casos de contacto de granito y sedimentos poco transformados, en donde las condiciones de inestabilidad de la paragénesis de la roca encajante son muy acentuadas con respecto al granito en período de formación. No aparece en nuestro caso más que una aureola, delatada únicamente por cambios más de carácter cualitativo que cuantitativo, pues los gneis cercanos al granito tienen plagioclasas zonales, menos moscovita y pierden la silimanita cuando la tienen.

C. *Las formaciones filonianas.*—Dentro del conjunto granito-gneis existen rocas de composición variada (lamprófidos, pórfidos, pegmatitas, aplitas, cuarzo) que pueden denominarse en conjunto formaciones filonianas, ya que aparecen en muchas ocasiones en formas tabulares, discordantes casi siempre y con unas relaciones de contacto respecto a la masa de la roca encajante que puede explicarse lógicamente admitiendo su formación posterior al conjunto de granito-gneis, según líneas de fractura producidas después de que aquellas rocas estuviesen formadas con sus características actuales.

Algunos de estos tipos, en especial pegmatitas, aplitas y cuarzo, se encuentran también como masas no tabulares o muy irregulares, frecuentemente difusas en las rocas encajantes, sin contactos netos,

en las que sus relaciones geométricas y estructurales pueden interpretarse mejor si se admite un sincronismo más o menos perfecto entre las rocas encajantes y estas formaciones irregulares.

Lamprófidos.—En esta denominación general se incluyen todas las rocas básicas, mesócratas o melanocratas, de grano fino, a veces afaníticas, de colores oscuros, hasta negros, que forman diques en el granito o en el gneis de la Sierra del Guadarrama. Aunque existen variaciones muy acentuadas de composición química y mineralógica, se utiliza este término general porque entre unas y otras variedades existe una comunidad genética como demuestra el poder encontrar en un mismo dique rocas de composición muy variada.

Muchos de los diques lamprófidos tienen espesores tan reducidos que no pueden representarse adecuadamente en el plano, y si son perceptibles en el terreno es porque por sus propiedades mecánicas de gran dureza y resistencia al desgaste, se han explotado intensamente como gravilla para firmes de carretera. Algunos, sin embargo, son de mayor espesor y corrida, como el del flanco Este del macizo de Abantos (foto 33), paralelo a la carretera de Guadarrama a El Escorial, dentro del gneis, y que se continúa quizá dentro del granito con el dique del Oeste de San Pantaleón (B 1), que puede reconocerse hasta algo al Sur del cruce con el arroyo Guatel segundo. Este dique tiene en total dentro de la Hoja un recorrido de varios kilómetros y una potencia que alcanza los doce y quince metros; hacia sus extremos pierde potencia, se adelgaza y tiende a desaparecer. Otro relativamente importante es el que desde el Este de Alpedrete (C 1) se prolonga hacia el NE. fuera de los límites de la Hoja; su potencia no sobrepasa los tres o cuatro metros y su recorrido es bastante sinuoso.

También hay alguno importante cerca de Valdemorillo y en las proximidades de la estación de Villalba. Los de espesor reducido, del orden de un metro y aún menores, son muy frecuentes, pero no han sido representados en el plano.

Los diques de lamprófito están orientados según direcciones del primer cuadrante, en general N-NE., que es también la dirección de fracturación fundamental de gran parte de la Hoja, y siempre tienen inclinaciones cercanas a la vertical.

El contacto del dique con el gneis o con el granito es siempre muy neto, carácter que puede observarse muy bien en los diques ya

explotados, donde los canteros dejan las salbandas de contacto con la roca encajante perfectamente limpias al extraer la roca filoniana; el granito de las paredes está siempre afectado por una cataclasis intensa, según una serie de fracturas paralelas al mismo contacto, estando también afectado por fenómenos póstumos de cloritización y epidotización. Esta fracturación y modificación de tipo hidrotermal afecta en ocasiones al mismo lamprófito inmediato a los contactos, pudiendo interpretarse como una actuación posterior a la inyección filoniana de las fracturas que sirvieron para la introducción de la roca básica.

Las paredes del dique son paralelas y a veces concordantes en sus más ligeros detalles cuando el dique es estrecho, pero esta concordancia rigurosa es difícil de encontrar en los de mayor tamaño. En las inmediaciones del contacto se ven con frecuencia enclaves de las rocas encajantes, granito o gneis, de formas irregulares o angulosas que han sufrido un proceso de incorporación incompleto a la masa de la roca básica. Algunas veces la forma del enclave reproduce huecos inmediatos de las paredes y tienen una posición que claramente indica un desplazamiento del enclave sólido dentro de la masa básica cuando ésta aún conservaba alguna fluidez.

Los lamprófidos no afectados con intensidad por los fenómenos de asimilación de las rocas encajantes tienen estructuras microdiabásicas y están formados por un agregado de microlitos de plagioclasa de basicidad cercana al labrador y por cristales de piroxeno diópsido, en general más o menos transformados en horblenda parada. En esta masa destacan a veces grandes fenocristales de augita más o menos titanada y alguno de plagioclasa profusamente maclada con contenido en anortita, no muy distinto del de los microlitos.

Son muy abundantes los minerales accesorios metálicos: magnetita, magnetita titanada, ilmenita, sulfuros de hierro y cobre y sus productos de transformación; también están rellenas de carbonatos epigénicos las cavidades irregulares o vacuolares.

Muchas de estas rocas, como ya se ha indicado en un trabajo anterior (J. M. Fúster, 1955) pueden ser consideradas como verdaderas diabasas o doleritas y reconocen sin duda un origen más o menos directo de un magma basáltico.

Los procesos de asimilación consecuentes a la intrusión y de metasomatismo subsecuente a la misma, modifican gradualmente a estas rocas de ascendencia basáltica. Estas modificaciones consis-

ten en esencia en la transformación casi total o completa del piroxeno en anfíbol y de la plagioclasa en un término de la misma serie, pero de menor contenido en anortita; aparece también feldespato alcalino en más o menos proporción e incluso cuarzo residual procedente de los enclaves englobados en la masa filoniana o de nueva formación. Muchas de estas rocas pueden ser llamadas espesartitas, aunque alguna de ellas tengan composición química muy próxima a cuarzodiorita o granodiorita.

Pórfidos.—Los diques de este tipo de roca son mucho más frecuentes en las zonas graníticas que en las metamórficas. Con un mayor desarrollo y potencia que los diques de lamprófidio, se orientan preferentemente, según la dirección Este-Oeste y también tienen posición cercana a la vertical.

Las relaciones entre los pórfidos y las rocas encajantes son análogas a las descritas en el caso de los lamprófidios, contactos netos y tajantes, con superficie de separación bien definida entre una y otra roca, fenómenos dinámicos muy intensos en las rocas encajantes, según fracturas coincidentes con la dirección general del dique que han favorecido la cloritización y alteración de carácter hidrotermal de los granitos; aparición de enclaves en las proximidades de las paredes del dique, los cuales experimentan una evolución muy parecida a la de los enclaves de gneis incluidos dentro de granitos con formación de enclaves más básicos y de grano más fino que la roca de que procede, o sea típicos gabarros.

Otra característica general de los diques de pórfidos es que el grado de cristalización de los mismos aumenta desde los bordes hacia el centro; en las zonas periféricas la roca está formada por un agregado afanítico de grano muy fino, durísimo y de colores oscuros que harían pensar en una roca de mayor basicidad; en el microscopio se resuelven en una masa cristalina de cuarzo y feldespato, fundamentalmente alcalino, con texturas esferulíticas frecuentes; hacia el centro se ven incluidos en esta masa afanítica cristales idiomorfos de feldespato, cuarzo y biotita de unos milímetros, en abundancia progresivamente mayor hasta llegar a las zonas centrales, donde la proporción de fenocristales es muy superior a la de la pasta, siempre que el dique tenga suficiente potencia. La pasta de estas zonas centrales está formada por los mismos elementos, cuarzo, ortosa, algo de oligoclasa, clorita y sericita, además de los minerales

accesorios banales de estas rocas (magnetita, pirita, apatito, zircón), pero el grado de cristalización es también mayor; las asociaciones micropertíticas entre los dos feldespatos y las mirmequíticas entre el cuarzo y el feldespato son frecuentes, no sólo entre los constituyentes de la pasta, sino también en los bordes de los fenocristales de feldespato.

En los diques de pórfido es frecuente encontrar además grandes fenocristales idiomorfos de feldespato alcalino, las más de las veces maclados, según la ley de Carlsbad; otras veces en individuos aislados y raramente según otras leyes. La localidad de Zorzalejo es clásica por la perfección de estos grandes fenocristales de feldespato alcalino que alcanzan varios centímetros de dimensión y que han sido estudiados en varias ocasiones (L. Fernández Navarro (1919); J. Drugman (1927, 1929); proceden del dique de pórfido que flanquea Las Machotas (A 3) y se prolonga hacia Peralejo (foto 6). También pueden encontrarse buenos ejemplares de ortosas cristalizadas y macladas en el dique de Cantos Altos, cerca de la bifurcación de carreteras en Villalba (C 1).

El análisis químico de los cristales de feldespato alcalino de Zorzalejo (E. Ibarrola y J. M. Fúster, 1950, pág. 182) indica que se trata de un feldespato alcalino con el 50 por 100 de la molécula de ortosa y de un 45 por 100 de la de albita, esta última individualizada en gran parte en las innumerables láminas pertíticas incluidas en los cristales de ortosa.

Los grandes cristales de los pórfidos tienen además inclusiones de biotita, concentradas zonalmente en la periferia de cuarzo, y, con menos frecuencia, de feldespato calcoalcalino.

En la mayor parte de los pórfidos el resto de los fenocristales, de menor tamaño que los anteriormente descritos, están más o menos alterados; los feldespatos, tanto el alcalino como el calcoalcalino están parcial o totalmente sericitizados y la biotita totalmente transformada en clorita.

Casi todos los pórfidos encontrados en la superficie de la Hoja pueden ser clasificados como pórfidos cuarcíferos; existen también algunas variedades relativamente pobres en cuarzo y más ricas en feldespato calcoalcalino, que forman el tránsito hacia los pórfidos dioríticos mucho más escasos.

Aplitas y pegmatitas.—En el granito y con más frecuencia en el gneis, aparecen formaciones cuarzofeldespáticas, pobres en mi-

nerales ferromagnesianos, con texturas aplíticas o pegmatíticas, frecuentemente asociadas.

Desde el punto de vista geométrico forman a veces verdaderos diques que cortan el granito y a la foliación del gneis (fotos 34, 36), pero es mucho más frecuente que formen, o capas concordantes sin límites netos dentro del gneis, o masas de forma irregular y divagante dentro de los gneis o el granito.

En estos casos no se puede hablar de verdaderos diques al establecerse entre la masa aplítica y el gneis una serie de transiciones graduales, encontrándose con frecuencia rocas que en ejemplares sueltos parecen aplitas típicas, mientras que vistas en el conjunto de campo se denominarían gneis ácidos en los que aún se percibe el esbozo de una foliación concordante con la de los gneis adyacentes. Microscópicamente, las rocas aplíticas se caracterizan por una estructura panalotriomorfa de grano medio o fino y por una composición mineralógica en la que existe cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa en proporciones considerables con una gran cantidad de moscovita, mientras que la biotita y su producto de transformación la clorita aparece en pequeña proporción.

En las zonas de estructura pegmatítica se presentan los mismos componentes con una proporción más reducida de feldespato calcoalcalino y un desarrollo considerable de feldespato alcalino, microlina micropertítica. Hay además de la moscovita la clorita, frecuente turmalina negra y algún granate almandínico.

Es imposible representar las zonas de aplitas y pegmatitas, pues en general tienen dimensiones muy reducidas. En algunas zonas de gneis las capas y lentejones aplíticos, concordantes o discordantes con la foliación, son tan frecuentes, que es difícil establecer cuál es la roca dominante; tal ocurre, por ejemplo, en las pequeñas manchas del Canal de Guadarrama (D 3) y la situada al Este del Madroñal (CD 4), y en menor proporción en la parte más occidental de la gran mancha metamórfica de Abantos. En la del Aulencia, junto al borde Sur de la Hoja, hay una gran masa aplítico-pegmatítica de considerable espesor sin forma filoniana definida.

En los granitos de grano grueso existen con frecuencia inclusiones difusas de pegmatita que tienen formas irregulares de unos decímetros de dimensión, formadas casi exclusivamente de cuarzo pertitizado. A veces forman verdaderas geodas con una disposición zonal; la zona periférica con el granito encajante, en el que se di-

fumina, tiene estructura aplítica y pegmatítica de grano intermedio; más al interior predomina la estructura pegmatítica de grandes elementos, a veces gráfica, y en el centro una zona semivacia de cuarzos idiomorfos con cloritas, minerales del grupo de la epidota, y a veces granates almandinos, sulfuros metálicos e incluso calcita.

Estos «nidos pegmatíticos», totalmente aislados dentro de la masa granítica, parecen haberse originado en una fase tardía de la formación del granito por un proceso de segregación local, consecuencia de los procesos genéticos del mismo granito. También pueden considerarse las pegmatitas y aplitas difusas en las rocas metamórficas o en el granito o las que forman capas no bien limitadas en el gneis, como formadas durante procesos sincrónicos con el metamorfismo o la granitización; no es posible por los datos observables decidirse sobre si son consecuencia de un fenómeno de segregación o diferenciación metamórfica dentro de la masa de sedimentos en período de metamorfismo, o de unas diferencias de composición originaria de los sedimentos que produciría masas aplíticas en los puntos inicialmente más pobres en componentes ferromagnesianos.

Cuarzo.—Las formaciones de cuarzo de tipo filoniano, si bien no son las más abundantes, por lo menos son las más visibles dentro de la formación metamórfica, por destacar sobre el terreno con sus colores claros y una mayor resistencia a la erosión.

Los diques de cuarzo atraviesan indistintamente, en más de una ocasión, las formaciones graníticas y metamórficas, y más que diques únicos son en realidad una serie de fracturas anastomosadas que siguen una misma dirección general, rellenas por cuarzo en el que quedan englobadas zonas de roca encajante totalmente trituradas; no es raro llegar a ver verdaderas brechas de la roca encajante cementadas por el cuarzo. Es muy perceptible la intensa cataclasis de la roca en las proximidades de la formación cuarzosa con pequeñas fracturas, y regulares en las que también se ha formado el cuarzo. Con estos caracteres se comprende que el paralelismo en el conjunto de la formación es muy difícil de encontrar; en detalle, el dique de cuarzo tiene una traza sinuosa con frecuentes ensanchamientos y adelgazamientos e incluso desaparición parcial a lo largo de la zona de fractura, si bien en conjunto su traza

rectilínea puede seguirse sin interrupción durante varios kilómetros.

En toda la superficie de la Hoja existen estos crestos de cuarzo, pero en algunas zonas más tectonizadas abundan extraordinariamente; tal es el caso del borde Sur del conjunto cristalino desde el Guadarrama a Valdemorillo, donde las inyecciones cuarzosas pueden contarse por centenares (C 4); su dirección general es de N-20-E, aunque se inflexionen en las proximidades del río Aulencia hacia el Este, siguiendo las tendencias tectónicas de esta zona.

Otros crestos también importantes que siguen fracturas de otra orientación son los que están situados al Este de Collado Villalba, desde el Norte de la Hoja hasta el río Guadarrama: dos de ellos forman la osamenta de dos lomas alargadas en sentido Norte-Sur, entre el Arroyo Peregrinos y el meridiano de Villalba. Menos largos, pero bastante potentes es el de Cuesta Blanca (D 3) (foto 38), al Sur de la estación de Torrelodones, también orientada en dirección Norte-Sur y el del cerro de San Pantaleón, en el borde Norte (B 1), que penetra en al Hoja de Cercedilla.

En todos los casos los diques de cuarzo se han formado, según las direcciones tectónicas locales, dentro de las distintas unidades estructurales que componen la Hoja.

La mayoría de las veces el cuarzo de estos crestos es totalmente estéril; sólo acompañado de moscovita y turmalina. Las mineralizaciones suelen producirse más en las zonas graníticas y metamórficas afectadas por la intensa tectonización, sin formación de cuarzo, que en los crestos de este mineral.

Queda por último hablar de los lentejones y capas de cuarzo que en muchas partes de las zonas metamórficas están incluidos en concordancia con la formación gneísica. Se han producido por un proceso de diferenciación metamórfica y por tanto sincrónico con el metamorfismo; su origen es muy distinto del de las formaciones de cuarzo hidrotermal antes descrito y cuya aparición posterior se manifiesta por las disposiciones encontradas en el campo.

Petroquímica.—En el cuadro III se han reunido una serie de análisis de rocas del complejo cristalino que ocupa gran parte de la Hoja. En el cuadro IV, con el mismo orden y numeración, se incluyen los parámetros de P. Niggli correspondientes a dichos análisis, que hacen más fácil su comparación y estudio petroquímico.

En primer lugar, consideraremos los granitos que hemos llamado grano grueso, en los que no se encuentran enclaves y en los que la composición es bastante uniforme. Los granitos analizados, número 1 de Zarzalejo y número 3 de Villalba, tienen unos valores de Niggli que los incluyen claramente dentro del grupo de los calcoalcalinos, y se pueden considerar, siguiendo a clasificación de este mismo autor, dentro del tipo magmático llamado «granito yosemítico», con ligeras variaciones que caben, desde luego, dentro de este tipo. Estas variaciones consisten principalmente en la ligera elevación de los parámetros *si* y *al*, con la consiguiente disminución de los *c* y *mg*, lo cual nos indica claramente el carácter más sálico y ácido de los granitos que nos ocupan.

Dentro de este mismo grupo magmático encaja también perfectamente el pórfido granítico analizado (núm. 2), que únicamente parece desviarse por el valor excesivamente bajo de *mg*, y al que se le puede atribuir, por tanto, una comunidad genética con el granito de la misma zona.

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>
Granito n.º 1.....	364	44,5	14,5	12	29,5	0,44	0,21
Magma granito yosemítico.....	350	43	14	13	30	0,45	0,33
Granito n.º 3.....	338	43	16	13	28	0,43	0,27

El granito número 4 de Valdemorillo, que corresponde a la variedad que se ha denominado granodiorítica o de grano medio, por su composición mineralógica, tiene también grandes analogías con el magma granito yosemítico anteriormente citado. Su carácter granodiorítico se traduce en una disminución del parámetro *si* y del *alk*, mientras aumenta *fm*. La disminución de *si* corresponde a la menor proporción de cuarzo en la roca, y la disminución de *alk* nos indica el carácter más cálcico de las plagioclasas de este granito, puesto que *c* no disminuye, lo cual equivale a aumentar proporcionalmente. Se nota, sin embargo, un ligero aumento del parámetro *k*, que a primera vista parece contradictorio con la tendencia granodiorítica

CUADRO III

Tabla de análisis químicos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SiO ₂	71,75	70,54	69,83	68,54	70,01	67,57	67,28	66,63	66,14	65,82	65,33	64,84	63,89	63,55	62,08
Al ₂ O ₃	14,94	15,10	15,07	15,83	15,02	15,66	14,84	16,27	16,75	15,98	15,98	16,73	15,80	15,73	18,26
Fe ₂ O ₃	0,18	1,20	0,17	1,15	1,87	0,89	1,38	2,07	0,83	1,53	1,69	1,08	1,02	2,08	0,84
FeO.....	2,38	2,19	2,72	2,91	2,17	3,48	3,35	2,25	4,28	4,11	2,63	4,10	4,02	5,40	4,64
MgO.....	0,40	0,08	0,60	0,41	0,61	0,24	0,04	1,79	1,40	1,36	1,13	1,96	2,60	1,93	2,47
MnO.....	0,08	0,05	0,08	0,09	0,08	0,09	0,07	0,07	0,10	0,09	0,08	0,09	0,10	0,15	0,08
CaO.....	1,95	1,76	2,48	2,63	0,88	1,41	1,58	0,76	2,60	3,20	1,40	2,91	3,91	2,66	4,04
Na ₂ O.....	3,38	3,37	3,38	3,11	2,57	2,58	3,04	2,99	3,78	3,82	2,74	4,04	3,35	3,37	3,35
K ₂ O.....	4,11	4,53	3,00	4,21	6,16	6,42	6,89	5,70	2,16	2,19	6,70	2,46	3,37	3,63	2,39
TiO ₂	0,30	0,36	0,4	0,73	0,42	0,64	0,85	0,60	0,80	0,81	0,50	0,72	0,49	0,89	0,73
P ₂ O ₅	0,29	0,12	0,22	0,26	0,23	0,18	0,20	0,20	0,42	0,48	0,19	0,59	0,35	0,27	0,17
H ₂ O.....	0,58	1,07	0,50	0,35	0,47	1,18	0,64	0,91	0,80	0,45	1,40	0,43	0,76	0,62	0,78
H ₂ O..... (1)	(1)	(1)	0,14	0,04	0,08	0,02	0,03	0,01	0,13	0,12	0,00	0,21	0,11	0,00	0,09
	100,34	100,37	100,03	100,27	100,57	100,26	100,19	100,25	100,19	99,96	99,77	100,16	99,77	100,28	99,92

(1) Desecada a 110 °C.

1. Granito de dos micas. Zarzalejo. Anal. J. M. Fúster (Ibarrola y Fúster, 1950). — 2. Pórfido granítico. Zarzalejo. Anal. E. Ibarrola (Ibarrola y Fúster, 1950). — 3. Granito biotítico. Villalba. Anal. H. S. Washington (1926). — 4. Granito. Valdemorillo; cantera NE. del pueblo. Anal. E. Ibarrola (Fúster e Ibarrola, 1956). — 5. Enclave gneisico transformado. Valdemorillo; canteras NE. del pueblo. Anal. E. Ibarrola (Fúster e Ibarrola, 1956). — 6. Enclave gneisico transformado. Valdemorillo; canteras NE. del pueblo. Anal. E. Ibarrola (Fúster e Ibarrola, 1956). — 7. Enclave (gabarro). Valdemorillo; canteras NE. del pueblo. Anal. E. Ibarrola (Fúster e Ibarrola, 1956). — 8. Enclave gneisico transformado. Valdemorillo; canteras NE. del pueblo. Anal. E. Ibarrola (Fúster e Ibarrola, 1956). — 9. Enclave (gabarro). Guadarrama; al E. de Cabezuélas. Anal. J. M. Fúster (Fúster e Ibarrola, 1956). — 10. Enclave (gabarro). El Escorial; km. 52,2 ferrocarril. Anal. J. M. Fúster (Fúster e Ibarrola, 1956). — 11. Enclave gneisico transformado. Valdemorillo; canteras NE. del pueblo. Anal. E. Ibarrola (Fúster e Ibarrola, 1956). — 12. Enclave (gabarro). Villalba; camino Moralarzal. Alpedrete. Anal. J. M. Fúster (Fúster e Ibarrola, 1956). — 13. Enclave (gabarro). El Escorial; Fuente del Roble. Anal. J. M. Fúster (Fúster e Ibarrola, 1956). — 14. Enclave gneisico transformado. Valdemorillo; canteras NE. del pueblo. Anal. E. Ibarrola (Fúster e Ibarrola, 1956). — 15. Enclave (gabarro). Alpedrete, km. 4 carretera Villalba-Segovia. Anal. J. M. Fúster (Fúster e Ibarrola, 1956).

CUADRO IV

VALORES DE P. NIGGLI

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
si.	364	358	338	315	300	318	310	289	275	268	281	252	136	214	222
al.	44,5	45,0	43	43	51	43,5	40	41,5	41	38	41	38,5	34,5	31	38,5
fm.	14	14,5	16	18	18	18,5	18,5	26,5	26,5	27	23	28	30	30,5	29,5
c.	12	9,5	13	13	4	7	7,5	3,5	11,5	14	6,5	12	15,5	9,5	15
alk.	29,5	31	28	26	27,5	31	34	28,5	21	21	29,5	21,5	20	29	17
k.	0,44	0,47	0,43	0,47	0,61	0,62	0,60	0,55	0,27	0,28	0,62	0,29	0,40	0,27	0,32
mg.	0,21	0,04	0,27	0,15	0,22	0,09	0,02	0,43	0,33	0,31	0,31	0,40	0,48	0,32	0,45

de la roca, pero que corresponde en realidad no a la mayor proporción de feldespato alcalino, sino a la presencia de la moscovita.

	si	al	fm	c	alk	k	mg
Magma granito yose- mítico.....	350	43	14	13	30	0,45	0,33
Granito n.º 4.....	315	43	18	13	20	0,47	0,15

Los análisis números 5 a 15 corresponden a una serie de pasos en la transformación de los enclaves gneísticos y a los productos finales de su evolución o gabarros. Los cambios mineralógicos que sufren los enclaves hasta su total transformación en gabarro se traducirán claramente en la composición química.

Las primeras fases en que la transformación es fundamentalmente estructural, como ya hemos dicho anteriormente, no originarán grandes cambios en su composición química. Los análisis números 5, 6, 7 y 8 apenas si acusan una ligera basificación, y corresponden casi exactamente a la composición primitiva del gneis, que, como se puede apreciar, es bastante semejante a la del granito de la región.

En los términos siguientes, en que la evolución del enclave da lugar a las inclusiones básicas llamadas comúnmente gabarros, los cambios químicos ya son más evidentes. La basificación se traduce, por una parte, en la franca disminución de *si* y de *al* y en el aumento correlativo de *fm*, que pone de manifiesto la mayor proporción de ferromagnesianos, fundamentalmente biotita. Junto con la de *fm*, es de notar la clara elevación de *mg*, lo cual nos permite afirmar que esta biotita, que es el componente melanocrato casi exclusivo de los gabarros, corresponde a una variedad magnesiánica. Aumenta también la proporción de *c* a medida que disminuye *alk*, indicando así una mayor basicidad de las plagioclasas, lo cual concuerda con las determinaciones de anortita hechas con la platina teodolítica. El parámetro *k* disminuye ostensiblemente en las fases finales de la transformación, respondiendo a la total o casi total desaparición del feldespato potásico, fenómeno muy saliente en estas fases finales de la evolución de los enclaves.

Geoquímica de elementos menores de las rocas.—Las determinaciones de los elementos menores que contienen las rocas graní-

ticas y gneísticas o las con ella asociadas, pero siempre tomadas *in situ* con objeto de poder establecer una correlación entre el resultado del análisis y la posición topográfica, han dado interesantes resultados, sobre todo tratándose de la primera región española a la que se ha aplicado este método de estudio (F. de Pedro, 1956 a), que aquí vamos a resumir en sus líneas generales y más interesantes.

De los dos dominios fundamentales que encontramos en la región cristalina de esta Hoja, predominan con bastante los elementos menores en los gneis, con un contenido prácticamente doble que el de la media de los granitos para Ti, Zr, Mn, Sr, Ba, Li y algunos otros, manteniéndose muy semejante para Rb y La, mientras que para los restantes la diferencia es tan grande que en caso del Cr es de 80 ppm a 10 en los granitos.

Todas las rocas graníticas tienen una cantidad inferior y ésta lo es tanto cuanto más lejanos estén de un posible recuerdo de gneis, es decir, que mineralógicamente se parezcan menos, y en una posible estratigrafía se encuentren más alejados, aunque en la disposición actual puedan encontrarse en contacto, que podemos asegurar será bastante brusco. Así las rocas de grano medio, muchas de ellas granodioritas, en las que es frecuente encontrar enclaves de gneis o los considerados como producto de su digestión y que denominamos con el típico nombre de gabarros, presentan un tránsito en los valores, y dentro de las rocas graníticas, podemos decir que son las que más tienen, si exceptuamos un par de elementos de los considerados, como el Zr que alcanza el doble, 300 ppm. en los granitos de grano grueso, en cuyas micas ya se ha dicho que son muy frecuentes sus típicos halos: Li y Rb superan en un 10 por 100 el valor de las de grano medio y bastante más cuando aparecen fenocristales de forma que la media de Rb de los de grano grueso porfídicos se eleva a 535 frente a los 410 de los normales.

En aplitas y granitos aplíticos se sufre una baja del contenido en este tipo de componentes, llegándose a valores de 0 ppm. para algunos, como los de interés minero, bien entendido que se trata de la roca en conjunto y no de particularidades minerales que hay en ellas, pues a veces es precisamente donde arman pegmatitas y pequeños filones minerales, principalmente de cobre, con intento de explotación a veces, y que hemos de considerar originados a

favor de una concentración por diferenciación (F. de Pedro, 1956 *b*). En esta pérdida de elementos hay unos cuantos que persisten en sus valores medios de los otros tipos de rocas: son aquellos de potencial de ionización más bajo, como Ba, Li y Rb, con sus 560, 100 y 450 ppm. respectivamente.

Más interesante es todavía la distribución sobre la superficie de nuestra Hoja, pues si bien se mantienen los valores elevados para los gneis en lo que respecta a las rocas graníticas, se observa una disposición muy curiosa, en correlación fundamental con lo que acabamos de decir y el tipo de roca de cada uno de los puntos en consideración. Así, la parte central se ve bastante homogéneamente agrupada hacia los valores altos dentro de los correspondientes a rocas graníticas, y luego destacan unas zonas en que decrece extraordinariamente el contenido, estando la línea de separación fundamental paralela al cauce en el cristalino del río Guadarrama, pasando por el túnel de Torreldones (reconocida zona de fractura) (F. de Pedro e I. Sánchez Vega, 1956) y dejando la pequeña mancha del gneis al Sur. Esta mancha de granito escaso en elementos, parece tener su centro en El Estepar y petrográficamente ya le hemos señalado como de grano grueso, pero que aquí se evidencia perfectamente diferenciado, pues por el Oeste parece acabar en la depresión que recorre desde Villalba la carretera a Moralzarzal.

La otra zona bien marcada, al Oeste de la Hoja, está en el Valle de los Caídos, pero que en el plano aparece separado del resto por el retazo de cobertera de gneis que lanza el macizo de Abantos hacia el Norte. Estos granitos son muy semejantes a los del bloque de Hoyo de Manzanares.

Algunos elementos son marcadamente significativos en la distribución de los granitos, al parecer homogéneos, que forman el escalón de la sierra, y fijándonos en uno de ellos, como el Sr, aparece una distribución muy regular, pues considerando un perfil desde El Escorial, en contacto con los gneis hasta los otros gneis de las proximidades de Valdemorillo, se encuentran al principio valores de unas 316 ppm. y a veces 450 para decrecer hacia el centro con valores de 140, 10 y hasta uno en algunas muestras equidistantes de las manchas metamórficas, y después crece hasta las 250 y 316 ppm. que establecen el tránsito a las superiores de la salida del río Aulencia. Se encuentra, pues, una disposición simétrica indicadora de la proximidad de los granitos a los gneis, como

ya por otra parte se creyó ver en los trabajos de campo cuando la frecuencia de los gabarros se iba haciendo más escasa en el recorrido y sentido de San Lorenzo a Valdemorillo, si bien en las cercanías de este pueblo aparecen de nuevo y además con el fenómeno interesantísimo de los enclaves de gneis (J. M. Fúster y F. de Pedro, 1954, *a*) dentro de las rocas graníticas con la particularidad de haberse conservado mucho mejor que los análogos de las manchas principales cercanas.

El contenido en elementos menores de tales enclaves es ligeramente superior al de los granitos y no permite hablar en los términos tajantes de una inmovilidad absoluta de tales elementos en los procesos de transformación de las rocas enclavadas, aunque responden en líneas generales a sus potenciales de ionización y radio iónico, estando aparejados en cuanto a p variaciones a las sufridas por los elementos mayores, calcio, magnesio y hierro; como es de esperar cuando en los análisis fraccionarios de los minerales es precisamente en las redes de los ferromagnesianos donde tienen cabida estos elementos en pequeña concentración sin minerales propios, o aunque los tengan como el zircón, es precisamente dentro de las micas donde se han desarrollado por mayor analogía en el número de coordinación. Sin embargo, los de bajo potencial de ionización, aparecen concentrados en las ortosas, y así llega a rebasar el 1 por 100 el Ba de muchas de ellas, y Rb, Sr y Li llegan a subir muy por encima de la media general en los pórfidos muy fenocristalinos, debiéndose indiscutiblemente a la ortosa muy sódica que se encuentra en éstos.

Gran contraste geoquímico presenta esta zona, bloque de Colmenarejo, de la que hemos marcado más al Norte, separada por la fractura del Guadarrama, pues tenemos que la cantidad de manganeso con 700 y 316 ppm. del Sur se enfrenta con las 220 y 180 del otro. Tan significativa es la cantidad de Ti que baja a las 1.000 ppm. o menos desde valores diez veces superiores, de forma análoga a lo que le sucede a las tierras raras, representadas por el lantano, y a los elementos de transición, todos mucho más representados en la parte meridional, como correspondientes a unos granitos que consideramos de una génesis menos profunda, y por tanto más cercana a los niveles del actual metamórfico.

2. El Cretácico

En la Hoja de San Lorenzo son muy escasos los sedimentos cretácicos que se depositaron extensamente en el ámbito de la Sierra de Guadarrama, desde el final del Infracretácico hasta el Cenomanense inclusive, y en las partes más orientales del sistema hasta pisos más elevados.

En conjunto puede dividirse en un conjunto detrítico, de grano fino y de origen continental formado por arenas cuarzosas blancas y rojizas con algún nivel arcilloso intercalado, el cual está apoyado sobre los materiales de una superficie de erosión precretácica. Sobre el conjunto arenoso-arcilloso se apoya en concordancia un paquete calizo, arenoso o margoso en la base, de considerable espesor, que en otros puntos de la Sierra se ha caracterizado paleontológicamente como Cenomanense.

De este conjunto, en la superficie que consideramos sólo queda un pequeño residuo calcáreo en las proximidades de la estación de Villalba, mencionado por primera vez en un trabajo de S. Rivas, I. Asensio y A. Monasterio (1945, págs. 312-313) y descubierto indirectamente al encontrar sobre esta pequeña zona plantas basifilocalcáreas. Se trata de calizas estratificadas buzando ligeramente hacia el Sur, que forman un pequeño afloramiento de dimensiones tan reducidas, que ha sido necesario exagerar su tamaño para poderle representar en el plano (C 1). La pequeñez de esta reliquia de calizas, respetadas por la erosión y la carencia de fósiles, no permiten más que hacer conjeturas sobre su relación con las manchas cretácicas próximas que asoman más extensamente y con desarrollo más completo, tanto al Sur en la Hoja de Villaviciosa, junto a Valdemorillo, como en las proximidades de Cerceda. Es muy posible, que el pequeño testigo de Villalba pueda unirse con los sedimentos cretácicos de Cerceda que se prolongan en dirección Suroeste, aunque con buzamientos hacia el Noroeste, en dirección a esta zona, y que fuera, por tanto, la representación más occidental de la banda cretácica intermedia de la Sierra de Guadarrama que pasa por Chozas de la Sierra, en la Hoja de Torrelaguna.

3. El Terciario

El terreno sedimentario del Sur de la Hoja es de naturaleza detrítica, arenoso y muy uniforme en todos sus puntos, no existiendo más diferencia en sus capas que la del tamaño de sus componentes; muy grueso en las inmediaciones de la zona cristalina y muy fino en el borde o límite con la Hoja de Villaviciosa de Odón. La disminución del tamaño de los componentes se hace gradualmente, pero mucho más rápidamente al principio, desapareciendo pronto los grandes bloques más o menos redondeados de granito y quedando cantos cada vez menores y en menor número a medida que se pasa de Torreldones a Las Matas, y antes de llegar a esta localidad el derrubio es esencialmente de arenas cuarzo-feldespáticas con hojuelas de mica, y desde aquí hasta Las Rozas y el borde Sur de la Hoja, el terreno está constituido por una arenisca poco coherente o arena granítica, arcósica, de grano fino con pequeños cantos de granito, cuarzo, cristales y fragmentos de feldespato, algo mayores que los granos que forman la arenisca. Aunque claramente perceptible la estratificación, ésta no es perfecta, y no se ven bien separados los lechos más que cuando hay alternancias de arcillas. En los valles y barrancos puede observarse repetidas veces que esta estratificación no es muy regular, y que la progresiva disminución del tamaño de los granos se interrumpe muchas veces por la existencia de nidos o bolsadas con cantos más gruesos entre niveles de grano fino.

La banda de grandes bloques que aparece en el contacto mismo con el granito, se extiende por todo el recorrido del borde Norte de la planicie sedimentaria, y se presenta como una formación de derrubio de montaña. La superficie de esta banda aparece en formas redondeadas, colinas rebajadas, sembradas de grandes bloques o bolas de granito, cortadas por barrancos poco profundos de paredes escarpadas en las cuales se ven numerosos bloques (foto 51). Las trincheras abiertas para el tendido de la línea del ferrocarril del Norte entre Las Matas y Torreldones, que han cortado estas colinas, son muy apropiadas para estudiar esta formación; en la inmediata a Torreldones puede observarse la sucesión de capas alternantes de arenas y de cantos grandes sin interposición de arci-

llas. Unos lechos son arenoso-cuarzosos con algunos cantos de cuarzo; otros son fajas no tan regulares de cantos gruesos entre arenas, y finalmente, otras capas son acumulaciones de grandes bloques de granito hasta de más de un metro cúbico, en general redondos y semejantes a los que resultan de la disgregación del granito e iguales a muchos de los que aún hoy se encuentran con frecuencia sobre las cimas, en las laderas y valles altos de la zona granítica. Estos tres tipos de capas alternan repetidas veces, pudiendo contarse en la trinchera del ferrocarril hasta 10.

En Las Rozas, y parte de su término municipal que forma el borde meridional de la Hoja, el Terciario está formado predominantemente de arenas amarillentas de grano fino y uniforme, con algo de arcilla interpuesta y escasos cantos, siempre de pequeño tamaño, en las cuales el agua de lluvia forma pronto cárcavas y cavas, caprichosamente ramificadas, que pueden observarse inmediatamente al Oeste de la carretera de La Coruña, frente al kilómetro 21-22 y en el Arroyo de la Fuentecilla, que ha profundizado más y puede reconocerse mejor el terreno en las cárcavas laterales y riberas del valle (fotos 53 y 54). En el cuadro IV se incluyen dos análisis de la fracción pesada de estas arenas, facilitados amablemente por la doctora Pérez Mateos.

En ningún punto de la Hoja se ve otro nivel más antiguo o más moderno al que poder referir la posición estratigráfica y edad relativa de estos sedimentos, pues aun en los casos en los que los valles actuales han profundizado más, no se ven señales de paso a otro nivel o piso y desde luego nunca se ponen al descubierto los materiales francamente miocenos, bien determinados paleontológicamente, de Madrid. Aquí toda la parte visible de la formación sedimentaria es de la misma naturaleza y sus lechos no siempre se continúan en gran longitud, siendo frecuente la disposición en lentejones y terminaciones en cuña y el no haberse encontrado fósiles, hace muy difícil, sino imposible precisar a qué nivel del Terciario superior mioceno-plioceno corresponden estos sedimentos, que hasta hace unos treinta años todos los autores los habían considerado como cuaternarios, pero que indudablemente son inferiores a la segunda y tercera terraza del Guadarrama, pueden reconocerse terrazas de poca extensión y sólo cerca de su salida a la de Villaviciosa de Odón, y en este caso aparece sólo una que por

su altura tenemos que considerar como la primera, pero más aguas abajo se pueden reconocer las otras dos.

Todo lo que parece más claro es que estos sedimentos deben ser superiores a los niveles miocénicos fosilíferos más altos del Mio-

CUADRO IV

Análisis mineralógico de muestras de arenas tomadas en el Terciario del término de Las Rozas

4. B		4. A	
Turmalina	3	Turmalina	5
Circón	21	Circón	37
Granate	7	Granate	4
Broquita	2	Titanita	1
Estaurolita	2	Estaurolita	6
Andalucita	3	Distena	2
Biotita	62	Andalucita	16
	100	Epidota	11
		Biotita	18
			100
Minerales opacos naturales... ..	5	Minerales opacos naturales... ..	68
Opacos por alteración	7	Opacos por alteración	10
(Por cada 100 especies transparen- tes)		Total de opacos	78

Análisis realizado por la Dra. Pérez Mateos.

ceno de Madrid, es decir, al Sarmatiense-Tortoniense, e inferiores a las terrazas cuaternarias con fauna de esta edad y utensilios de la industria del hombre prehistórico de las terrazas del Manzanares y del cerro de San Isidro.

En la única terraza que existe en la Hoja bien manifiesta, en la parte del río Guadarrama, próxima al Puente de Retamar de la carretera de Madrid a El Escorial, que hemos señalado en la Hoja, no se ha encontrado ningún fósil ni industria lítica prehistórica y tampoco es fácil datar esta terraza por no haber otras que pudieran relacionarse con ella.

Con tan escasos datos no podemos fijar a qué piso pertenecen estas arenas, y únicamente puede decirse que corresponden al Mio-

ceno superior y que pudiesen incluso llegar hasta el Plioceno. Estamos de acuerdo con Royo Gómez en que la banda de derrubios gruesos de montaña que va desde Torrelaguna hasta Torrelodones y Casas del Canal, situada inmediatamente al lado superior de la falla general más meridional de la Sierra, es una facies marginal de la misma formación y que por tanto también debe ser considerada como de edad pontiense-pliocena y en esto parece que también hay coincidencia con la opinión de los autores de la Hoja de Madrid y de la de Algete, que dan como Pontiente esta formación del pie de la Sierra y de las arenas que continúan hacia el Sur. En la Hoja de Madrid, cuyas partes de El Pardo y de Las Rozas están próximas a la nuestra en el lado Sureste, los autores (entre ellos figura Royo Gómez), consideran como pontienses las «arenas con cantos esparcidos» a las que ya en las Hojas de Alcalá y Algete asignan esta edad, añadiendo «así como las arenas gruesas con cantos de granito y de otras rocas de la Sierra que forman la parte alta de la loma del Ventorro del Cano y de la de Fuencarral a Madrid y Ciudad Lineal, las cuales a su vez, son continuación de los aluviones gruesos y de enormes cantos que bordean a la Cordillera central..., pues para nosotros son contemporáneos de los aluviones pontienses de Paracuellos.» (Instituto Geológico y Minero de España, 19.)

4. *El Cuaternario*

El único sitio donde los sedimentos cuaternarios aparecen bien desarrollados es en los bordes del río Guadarrama, cerca de su salida de la Hoja; forman un cauce aluvial de unos 100 ó 150 metros de anchura, relleno de aluviones bien rodados procedentes de la erosión del país cristalino y del Terciario detrítico. Como los materiales de este último proceden en último término también del país cristalino en estos sedimentos como en todos los ríos meridionales de la Sierra, los materiales son cantos de las rocas más resistentes (cuarzo, aplitas, granitos de grano fino) y arenas cuarzosas con abundante feldespato alterado, algo de clorita y alguno de los minerales accesorios resistentes que existen en las rocas eruptivas y metamórficas. Donde mejor pueden estudiarse estos aluviones es en las proximidades del Puente del Retamar, en el cruce de la carretera Las

Rozas-El Escorial con el río Guadarrama (D-4). Aquí, sobre el cauce actual del río hay una terraza bien conservada a unos 6 u 8 metros de elevación y restos de otra más alta a unos 18 metros por término medio. También se encuentran en las dos orillas restos de una pequeña rasa sobre los sedimentos terciarios, en la que a veces se conservan aún cantos rodados; este tercer escalón está elevado a unos 50 metros sobre el cauce actual del río en este punto.

En gran parte de la planicie granítica situada al pie de El Escorial, los granitos están recubiertos bastante extensamente por materiales sueltos procedentes de su alteración y del arrastre de las zonas elevadas. Estos sedimentos actuales alcanzan su mayor desarrollo en una zona cubierta de pastizales, de forma triangular, que se extiende entre la estación de Villalba, El Escorial y Guadarrama, drenada por los cursos poco estables del Arroyo Loco, Guatel 1.º y Guatel 2.º, pero como incluso aquél, menudean los afloramientos de granito entre el espesor muy reducido de sedimentos, no se ha creído conveniente su representación en el plano.

Para finalizar lo poco que se puede decir sobre el Cuaternario, resumiremos algunas indicaciones sobre los suelos típicos de esta zona, extraídas del trabajo de J. M. Albareda e I. Asensio (1945) sobre los suelos silíceos españoles. De acuerdo con estos autores (pág. 125), estos suelos se caracterizan por una gran escasez de reservas básicas que determinan la dispersión de la fracción coloidal arcillosa, facilitándose su arrastre por las aguas y por los fenómenos de disolución e hidrólisis; por esta causa no puede formarse el tipo de suelo que sería característico en estas zonas: la tierra parda (pág. 127); también por la falta de acciones químicas intensas, dado el carácter climático de la región, no pueden progresar los procesos de podsolización.

De los análisis aportados por los autores (p. 128 y anteriores) se deduce que la relación SiO_2/R_2O_3 se eleva en las zonas de El Escorial, Torrelodones y Villalba, debido a un pH bajo originado por un intenso lavado local.

El grado de humificación de estos suelos es de bastante importancia con relación a los de otras regiones españolas.

IV

TECTÓNICA

Al estar la mayor parte de la Hoja ocupada por materiales cristalinos, graníticos y metamórficos, rígidos desde poco después de su formación y emplazamiento, las características tectónicas fundamentales derivan de la distribución de las grandes zonas de fracturas que han fragmentado en bloques al conjunto, individualizándose zonas en las que las direcciones estructurales tienen distinta orientación.

No cabe duda de que los fenómenos diastróficos alpinos han actuado sobre la Sierra de Guadarrama imponiéndola sus rasgos tectónicos fundamentales, pues los sedimentos cretácicos y los del terciario inferior datados como paleógenos, que se apoyan en concordancia aparente sobre las calizas, están generalmente plegados con intensidad considerable. Entre este Terciario plegado y el Terciario superior horizontal que se apoya en discordancia sobre él, puede situarse el período de tiempo en que la Sierra de Guadarrama experimentó su principal fragmentación en los actuales bloques. Es muy posible que estas fracturas postoligocenas y premiocenas sean, al menos en parte, la consecuencia de una reactivación de zonas de fracturas más antiguas, incluso de la época hercínica, pero sobre esta posibilidad no existen datos ni en favor ni en contra.

Cuando además, como ocurre en toda la Sierra de Guadarrama, los accidentes tectónicos pueden adoptar todas las direcciones, incluso en regiones muy próximas entre sí, no puede invocarse sistemáticamente la coincidencia de una determinada dirección de fractura con las direcciones hercínicas que dominan en otras partes de la Península, como dato en favor de su mayor antigüedad. Únicamente en las zonas metamórficas pueden encontrarse direcciones estructurales contemporáneas de su formación, es decir, hercínicas,

por el estudio general de los planos de foliación de los gneis, que pueden reproducir a grandes rasgos la disposición de los plegamientos de los materiales paleozoicos metamorfizados o afectados por la formación de granitos.

Estructura de las formaciones metamórficas.—La disposición tectónica de la mancha metamórfica de Abantos es relativamente sencilla; en la parte que queda comprendida dentro de la Hoja de San Lorenzo puede considerarse en conjunto como un gran anticlinal cuyo eje pasaría por la zona de cumbres, desde el Barranco de la Cabeza y la cumbre de Abantos, prolongándose con una ligera inflexión hacia el NNE, en su extremo septentrional a lo largo de la divisoria fundamental entre el Valle de Cuelgamuros y la planicie de El Escorial. Desde esta divisoria, hacia el NO., las capas buzando moderadamente en esta dirección, pero hacia el Sur adquieren inclinaciones considerables al SE., que llegan a marcar un flanco estirado y fallado frente al macizo granítico; se trata, por tanto, de un anticlinal asimétrico.

Desde Abantos hacia el SO., el anticlinal se suaviza y llega a transformarse en un eje de flexión, con capas buzando en el mismo sentido, aunque con distintas inclinaciones a uno y a otro lado del eje. Al Norte, buzamientos moderados hacia el SE.; al Sur del eje, buzamientos violentos que también llegan a marcar un flanco estirado y roto en la falda SE. del Barranco de la Cabeza.

Esta disposición general queda afectada en algunos sitios por accidentes locales que no interrumpen la tónica del conjunto. Así, al Norte de Abantos, el Cerro de San Juan forma en las cercanías del eje anticlinal una pequeña cúpula con buzamientos muy débiles en todos los sentidos. Entre el Barranco de la Cabeza y Las Machotas, hay un eje sinclinal local paralelo a la dirección general SO-NE, que forma un pliegue muy agudo probablemente fallado; el flanco Sur de la flexión del Barranco de la Cabeza, ya de por sí estirado, y este nuevo accidente han contribuido por la intensa trituración de los materiales a la formación de la depresión que separa Las Machotas del resto del macizo.

En las manchas metamórficas del borde Sur la disposición de las capas no es tan sencilla, quizá debido a que todas deberían formar parte de una zona metamórfica más amplia sumergida hacia el Sur de la fractura en la que es imposible saber sus directrices generales. En la pequeña mancha del Canal del Guadarrama, las capas se orien-

tan preferentemente, según direcciones Norte-Sur con buzamientos elevados hacia el Este. En la situada al Este del cerro del Madroñal aparecen direcciones y buzamientos muy variables; en la que cruza el río Aulencia también son frecuentes los plegamientos de pequeños radios y los cambios de dirección, pero en general puede encontrarse como fundamental la NE-SO, que es la dominante en el macizo de Abantos.

Lo más probable es que la disposición de las capas metamórficas sea una consecuencia del plegamiento hercínico, aunque en parte pueda haber sido modificada con posterioridad en las fases alpinas de plegamiento.

El régimen de fracturación del país cristalino.—La fractura más importante, tanto por su extensión y salto, como por su importancia geológica y morfológica, es la marcada por el borde Sur del país cristalino que sitúa en contacto anormal los granitos y los gneis con el terciario superior del Valle del Tajo, a la que tantas veces se ha hecho referencia.

El escarpe morfológico marca el de falla, apenas modificado, puesto que recorriendo transversalmente los arroyos y barrancos excavados normalmente a su dirección general, se han encontrado datos que indican la conservación casi completa del plano de falla.

J. M. Fúster y F. de Pedro (1954-a, págs. 7-12) ya pusieron de manifiesto que la línea de separación del país cristalino y el terciario se impresiona ligeramente la proyección plana aguas arriba de los valles fluviales, lo cual indica que la superficie de separación es aproximadamente un plano inclinado hacia el NO., según nuestros cálculos, unos 70° u 80°. La intensa cataclasis de todas las rocas cristalinas en el borde del contacto aboga también por la opinión de que el escarpe primitivo de la falla no ha retrocedido apenas, pues en caso contrario las rocas trituradas habrían sido fácilmente eliminadas en el retroceso erosivo del escarpe.

De no menos importancia, aunque menos evidente que esta gran falla inversa en la zona de la Hoja de El Escorial, es la gran zona de fractura que flanquea con la misma dirección general la zona montañosa del NO. Ya se ha indicado antes que en los flancos surorientales de Barranco de la Cabeza, Abantos y divisoria del Valle de Cuelgamuros, las capas de gneis están intensamente inclinadas y que incluso llegan a formar los flancos estirados y rotos del anticlinal del macizo; la cataclasis y la fracturación, según la direc-

ción NE. y la NNE., son evidentes en todas las faldas del macizo metamórfico, unas veces dentro de los mismos gneis como ocurre entre Las Machotas y el Barranco de la Cabeza, otras en la zona de contacto entre los gneis y el granito, como sucede en la zona paralela a la carretera entre Guadarrama y El Escorial. En esta parte, no obstante los fenómenos dinámicos, no son tan perceptibles, pues muchas veces el contacto no es claramente visible a consecuencia de los derrubios y suelos potentes que cubren la mayor parte del granito en esta zona de llanura.

La morfología del borde NO. del macizo de Abantos hace pensar que el contacto entre los gneis y los granitos pueda ser también anormal, pues las inflexiones del granito hacia el gneis en el fondo de los cauces fluviales y del gneis hacia el granito en las elevaciones, indica que la superficie de separación entre unas y otras rocas es un plano que buza hacia el SE., muy poco inclinado en algunas zonas. Esto es sobre todo evidente en el límite entre granito y gneis, más al Este de la Hoja, hacia el pueblo de Peguerinos (J. M. Fúster y F. de Pedro, 1954-*b*, págs. 13-14). El macizo metamórfico de Abantos resulta ser un macizo tectónico diferencialmente elevado con respecto a la plataforma granítica que queda a su pie, cuyos límites coincidirían en groso modo con los límites actuales de separación entre las dos rocas fundamentales del país cristalino.

El resto de la formación cristalina estaba ocupada casi exclusivamente por granitos y arrasado en gran parte por una plataforma erosiva en la que resulta difícil establecer las direcciones tectónicas de primer orden, y aún más juzgar su importancia relativa, tanto por la ausencia de resaltes morfológicos como por la carencia de niveles de referencia.

Un estudio detallado sobre el terreno de las zonas de fractura y cataclasis, de las direcciones dominantes de inyección filoniana y de los diaclasados más intensos de granito, auxiliado con la interpretación de las fotografías aéreas de esta zona, en concordancia con los resultados obtenidos en la exploración geoquímica de la Sierra, nos ha permitido trazar un esquema muy a grandes rasgos del conjunto granítico, subdividiéndole en una serie de unidades o bloques tectónicos dentro de cada uno de los cuales existen directrices tectónicas particulares.

En primer lugar, al país granítico se le puede dividir transversalmente por una línea que siga el cauce actual del río Guadarrama,

cuyo recorrido, al menos desde la estación de Villalba hasta su salida del país cristalino, está acondicionado por una serie de fracturas conjugadas según las direcciones N-S., NNE-SSO. y OSO-ENE. Esta amplia zona de fractura que en conjunto resulta ser una banda de cizallamiento orientada NNO-SSE., se acusa incluso en el borde Sur de todo el macizo, ya que el contacto con el Terciario que seguía sensiblemente rectilíneo desde el borde meridional de la Hoja sufre una impresión bastante brusca en la zona de Cuesta Blanca. Junto con este desplazamiento del límite hacia el Sur, coincide un aumento considerable de la cataclasis, formación de numerosos diques de cuarzo y diaclasado muy cercano e intenso que debe resultar de la doble acción de la fractura meridional del borde y de la zona de fractura que sigue el río Guadarrama (J. M. Fúster y F. de Pedro, 1954-*a*, págs. 10-11).

Las direcciones filonianas y de fracturas más abundantes son distintas a uno y a otro lado del cauce del Guadarrama. Hacia el Oeste, los crestones de cuarzo, las fracturas más abundantes y el diaclasado más intenso, se orientan siempre en direcciones que varían entre el NNE. y el NE., con más frecuencia hacia la primera de estas dos direcciones, mientras que al Oeste del cauce cambia por completo la tónica general de las mismas estructuras que se orientan o en dirección Norte-Sur, o en Este-Oeste con pequeñas desviaciones en torno de ellas.

La zona groseramente trapezoidal que queda limitada en un lado por el cauce del Guadarrama, prolongado teóricamente hacia el Noroeste después de la estación de Villalba, en el otro por el pie de monte montañoso de la alineación Barranco de la Cabeza-Abantos y por el Norte y por el Sur por los límites artificiales de la Hoja, es decir, el territorio realmente ocupado por el zócalo granítico del pie de la Sierra, forma un macizo tectónico de primer orden caracterizado por la repetición de la dirección tectónica NNE-SSO. Dentro de este gran macizo se pueden esbozar unidades secundarias; así, desde El Escorial hasta Torreldones, pasando por Galapagar, existe toda una serie de fracturas imbricadas debidas a componentes de cizalla, en general siguen la dirección meridiana; desde esta banda hacia el Sur, entre el Guadarrama y el Aulencia, las fracturas y los diques de cuarzo se orientan siempre según la dirección NNE., pero cruzado este último río sufren una brusca inflexión y las direcciones estructurales dominantes pasan a ser NE., e incluso apuntan ya ten-

dencias hacia el ENE., algo más al E. de Valdemorillo. Podrían por tanto distinguirse en esta parte meridional del zócalo dos macizos secundarios: uno el de Colmenarejo (J. M. Fúster y el F. de Pedro, 1954-a, pág. 10), y otro el de Valdemorillo, que se prolonga hacia el Sur dentro de la Hoja de Villaviciosa.

Al Norte de la zona de fracturación que se extiende desde El Escorial hasta Torreldones, las direcciones tectónicas dominantes son NNE.; esta estructura con pocas variaciones se prolonga hacia el Norte de la Hoja hasta pasado el pueblo de Guadarrama, dentro de la inmediata de Cercedilla. Entre Navalquejigo, Villalba, Galapagar y Torreldones, queda una zona de gran disturbio tectónico en la que aparecen mezcladas varias direcciones, entre ellas la poco frecuente de NO-SE.; quizá esto es debido a la gran zona de fractura transversal que sigue el río Guadarrama. Al Este de este río las direcciones cambian por completo.

Hay una cuña que se apoya por un lado en la línea del río Guadarrama, estrechada hacia Torreldones y ensanchada hacia el Norte por fuera de la Hoja hasta más allá de la localidad de Collado Mediano, en la Hoja de Cercedilla, en la que la dirección más importante, que es además muy perceptible, es la Norte-Sur con ligeras tendencias hacia la NNO-SSE. Se manifiesta en una serie de fracturas paralelas y apretadas en las proximidades de Alpedrete, hacia el flanco occidental de Cabeza mediana (en gran parte dentro de la Hoja de Cercedilla, donde tienden a inflexionarse hacia el NNE-SSO), y por crestones de cuarzo muy importantes que se prolongan durante varios kilómetros al Este de Villalba, produciendo la repercusión morfológica de una serie de lomas muy alargadas con el eje Norte-Sur.

Este macizo tectónico secundario, cuyo límite oriental sería aproximadamente el meridiano de la estación de Torreldones, podría ser denominado macizo de Villalba, por ser esta localidad que ocupa la posición central, en lugar del macizo de Torreldones como lo habíamos hecho anteriormente (J. M. Fúster y F. de Pedro, 1954-a, pág. 52), ya que este pueblo queda en el extremo meridional.

Por último, al Este del meridiano de Torreldones y hasta por fuera de los límites Norte y Oeste de la Hoja, las diaclasas más importantes, fracturas y diques, se orientan en direcciones Este-Oeste o cercanas. Dentro de este cuadrilátero y separado por una impor-

tante fractura, situada al pie del Hoyo de Manzanares, queda al Norte la sierra del Estepar, en la que las direcciones ENE-OSO, se prolongan hasta la línea Moralarzal-Cerceda (en la Hoja de Cercedilla). Al Este del Estepar y de Hoyo de Manzanares, las direcciones estructurales tienden a cerrar formando una cúpula tectónica cuyo núcleo sería la loma 1.240 que queda al Este del pueblo de Hoyo, y que chocaría con el macizo acunado de Collado Villalba.

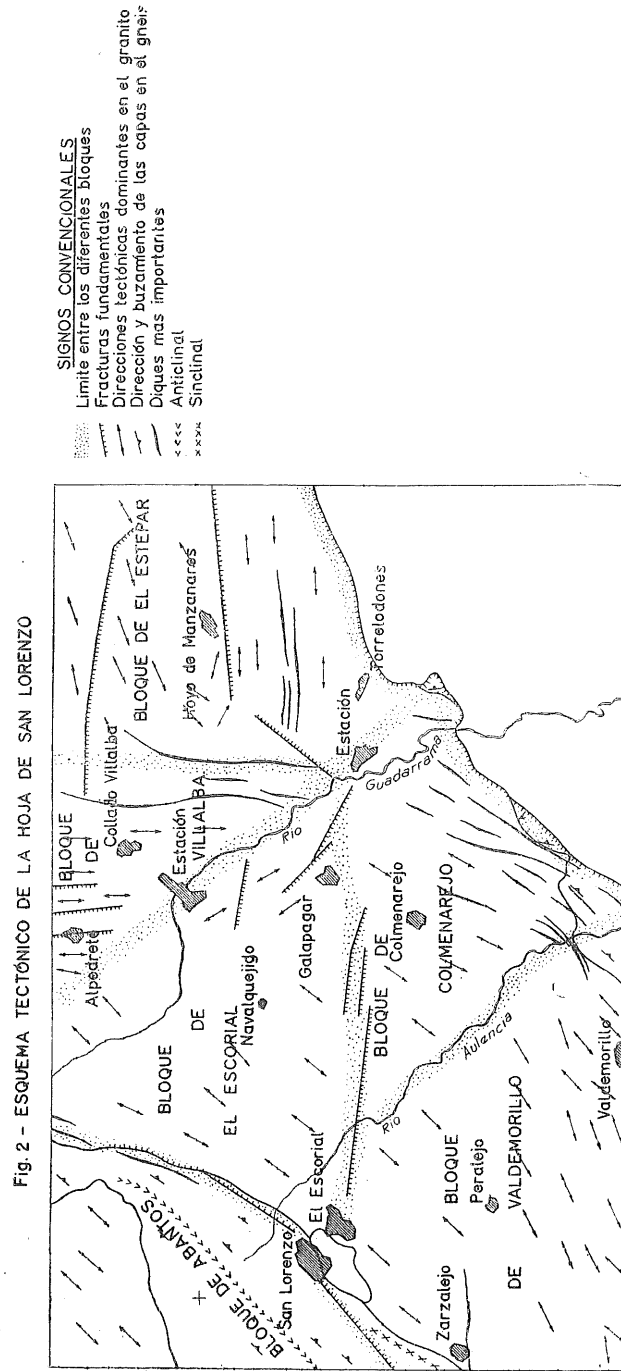
Al Sur del macizo de Estepar, la dirección Este-Oeste persiste sin grandes modificaciones hasta el borde del país cristalino.

Para terminar este esbozo tectónico, queda por indicar las direcciones tectónicas en el macizo granito del ángulo Noroeste de la Hoja. En este ámbito la dirección fundamental es la Noroeste como en el bloque de El Escorial-Guadarrama.

En la figura 2 están esquematizados de una forma somera las unidades tectónicas fundamentales en que queda dividido el país cristalino dentro de la Hoja de San Lorenzo, con un trazado aproximado de los límites.

Si se compara este esbozo tectónico con el mapa geológico, se pone de manifiesto que a grandes rasgos existe una coincidencia entre los límites geológicos y las grandes unidades. Este hecho ya se ha puesto de manifiesto al estudiar la coincidencia grosera del límite granito-gneis en el macizo metamórfico de Abantos y la fractura de su flanco; también ocurre esto entre los límites de los granitos granodioríticos y los de grano grueso, ya que los primeros abundan al Oeste del río Guadarrama, y los segundos al Este del mismo. Sin embargo, conviene recalcar que esta coincidencia no es perfectamente exacta, pues las fallas o fracturas, aunque siguen a veces el contacto, penetran indistintamente en las dos formaciones, lo que se explica si se tiene en cuenta que los contactos entre unas y otras rocas se han originado en la orogenia hercínica y la fracturación fundamental es consecuencia de las tensiones creadas durante la alpídica. Tampoco es extraño que las fracturas hayan coincidido a veces con las zonas de contacto entre unas y otras formaciones, ya que con frecuencia son líneas de menor resistencia frente a los empujes tectónicos.

Investigaciones geofísicas relacionadas con la tectónica.—En la cubeta terciaria del valle del Tajo se han realizado por J. García Sñeriz (1933-1941) una serie de investigaciones geofísicas para deter-



minar el espesor de los materiales detríticos y la estructura de su fondo con vistas a estudios hidrológicos. Aunque parte del Terciario que queda dentro de la Hoja esté lejos relativamente de los centros investigados en uno de los trabajos (1933), es interesante incluirlo por apoyarse los perfiles gravimétricos en el borde del estrato cristalino que corresponde a la zona actualmente investigada en el tramo entre Torrelodones y Valdemorillo (pág. 441-442).

De estas investigaciones y en el plano de líneas isogamas que se incluye en el trabajo últimamente citado, se deduce la existencia al Norte de la provincia de Madrid de una cuenca cerrada de hundimiento, cuya profundidad máxima está situada a lo largo de su eje, orientado al Noroeste y Suroeste, que pasaría por debajo de El Pardo hasta el esquinazo Suroeste de la Hoja de San Lorenzo, en donde a la altura de Torrelodones se levantaría uno de sus bordes cerrando periclinamente a juzgar por la disposición de las líneas isogamas.

Al Oeste de esta cubeta se inicia otra con disposición análoga, y entre ambas queda en el fondo de la cuenca terciaria un resalte alargado y orientado en dirección Noreste-Sureste que coincide precisamente con el saliente del país cristalino al Sur de Torrelodones (D 3).

También en el plano de isonomías Bouguer para la región central de España, realizado por L. Lozano, existe una inflexión en las curvas que coincide también con el eje Torrelodones-Las Rozas, causada por anomalías negativas menores que en las regiones inmediatamente situadas al Este y Oeste.

Estos datos nos hacen suponer que los accidentes tectónicos deducidos de la superficie del país cristalino continúan por debajo de la masa de sedimentos terciarios que se extiende al Sur de la falla meridional, y que el crestón elevado que existe al Este del río Guadarrama se continúa por el interior hasta fuera de la Hoja de San Lorenzo.

MINERÍA Y CANTERAS

Al igual que en el resto de la Sierra de Guadarrama, la extraordinaria variedad mineralógica no se manifiesta en ningún momento con la cantidad suficiente para merecer la explotación. Muchos han sido los intentos de búsqueda, y suman varios centenares las minas registradas desde la pasada centuria dentro del territorio de la Hoja, siendo de cobre, plomo, hierro, estaño y volframio las más frecuentes, aunque también se hayan denunciado de oro y plata.

Actualmente existen concedidas las minas que se detallan a continuación:

CONCESIONES DE EXPLOTACION

Término Collado Villalba y otros.....	Núm. 1295	Ayllón.....	63 Ha.	Magnesita.
Término Hoyo de Manzanares.....	» 1685	Maribel.....	20 »	Wolfran y Estaño.
Idem, id.....	» 1687	Conchita.....	48 »	Estaño.
Idem, id.....	» 1688	Angelines.....	76 »	Estaño.
Término San Lorenzo de El Escorial.....	» 1388	Pilar.....	60 »	Magnesita.
Idem, id.....	» 1289	Gloria.....	21 »	Idem.
Idem, id.....	» 1290	Tulianchu.....	20 »	Idem.
Idem, id.....	» 1296	Adela.....	69 »	Idem.
Idem, id.....	» 1383	Doña Rosario....	2-66-73	Idem.
Idem, id.....	» 1384	Doña Elena.....	9-92-26	Idem.
Idem, id.....	» 1484	Letra A.....	10-30-46	Idem.
Término Santa María de la Alameda y Zarzalejo....	» 1297	Concepción.....	60 Ha.	Idem.
Término Santa María de la Alameda y Robledo....	» 1317	Asunción.....	20 »	Idem.
Término Santa María de la Alameda y San Lorenzo de El Escorial.....	» 1337	Elena.....	80 »	Idem.
Término Zarzalejo.....	» 1299	Carmen.....	30 »	Idem.

Término Zarzalejo.....	Núm. 1483	Letra A.....	100 Ha.	Magnesita.
Término Zarzalejo y Robledo de Chavela.....	» 1294	Sol.....	40 »	Idem.
Idem, id.....	» 1338	Celia.....	70 »	Idem.
Término Santa María de la Alameda.....	» 1379	Rosario.....	8 »	Idem.

Total dieciséis concesiones y tres demasías, con una superficie total de ochocientas siete hectáreas, ochenta y nueve áreas y cuarenta y cinco centiáreas.

PERMISOS DE INVESTIGACION

Término Collado Villalba y otros	Núm. 1822	La Navata.....	255 Ha.	Cuarzo.
Término Hoyo de Manzanares..	» 1675	Virgen de Fátima.	26 »	Wolfran-Estano.
Idem, id.....	» 1692	Los Tres Amigos.	20 »	Idem.
Idem, id.....	» 1686	La Extremeña...	24 »	Idem.
Idem, id.....	» 1730	Ampl. a Maribel.	52 »	Idem.
Idem, id.....	» 1750	Fanny.....	71 »	Idem.
Idem, id.....	» 1748	El Rosario.....	42 »	Idem.
Idem, id.....	» 1786	Aurora.....	77 »	Idem.
Idem, id.....	» 1810	La Incognita....	44 »	Cobre.
Idem, id.....	» 1853	M. ^a y de la Cruz.	70 »	Wolfran-Estano.
Idem, id.....	» 1836	Maribel.....	10 »	Idem.
Término Torrelodones.....	» 1701	San Cayetano....	12 »	Feldespató.
Idem, id.....	» 1879	Rosa María.....	40 »	Cobre y otros.

Total trece permisos concedidos, con una superficie total de ochocientas cuarenta y tres hectáreas.

Siendo la característica principal una gran pobreza en minerales de filón (F. de Pedro, 1956), pues aun en los lugares en que se obtenía beneficio en un principio, pronto se llega a agotar, perdiéndose los trabajos en unos cuarzos completamente estériles, o en una roca triturada por intensa cataclasis, como sucede en las abandonadas minas del Capitán, en los gneis cercanos a Valdemorillo o en las del Arroyo del Rosequillo en los granitos inmediatos a la fractura meridional de la Sierra.

Por el contrario, las rocas masivas han constituido en la mayoría de los poblados, la principal fuente de ingresos, por ser extraordinariamente apta su piedra para las construcciones monumentales o el adoquinado de las calles (F. Hernández Pacheco). Las estribaciones orientales de la Machota chica y la llanura contigua, prestaron todo el granito empleado en la fábrica del Real Monasterio de San Lorenzo (C. Vicuña, 1929). Además, Alpedrete, Villalba y Zarza-

lejo han proporcionado los adoquines de Madrid, en especial los muy estimados del dique de pórfido de Zarzalejo.

De las calizas interestratificadas en los gneis, dada su recristalización, se han obtenido en ocasiones, losas de mármol, y con frecuencia cal para necesidades locales.

Es de destacar el intenso aprovechamiento que, para firme de carreteras, se ha realizado de los diques de lampróvido, llegando a un vaciado completo que nos deja el molde como único testigo de su existencia. Así actualmente, está en explotación el situado paralelamente a la carretera de El Escorial a Torrelaguna.

La distribución de las canteras es la siguiente:

ALPEDRETE.—En este término municipal trabajan en la actualidad diez canteras con una producción de 2.308 metros cúbicos por año, ocupando 62 obreros. Están situadas al Noreste de la población y todas ellas son de granito de excelentes condiciones para la labra.

COLLADO VILLALBA.—En la actualidad trabajan en este término municipal seis canteras con una producción 2.000 metros cúbicos, ocupando 20 obreros. Están situadas a Levante de la población y son de granito cinco de ellas y una de pórfido, pero la calidad del granito es inferior a las anteriores, pues al quebrar sale algo torcido.

GALAPAGAR.—En este término se han abierto algunas excavaciones en los afloramientos de granito y siendo su clase el conocido por granito torcido. Los trabajos son muy irregulares y dependen de la demanda que haya en la construcción. Hay concedidas once canteras.

HOYO DE MANZANARES.—En este término hay concedidas doce canteras: una de caliza y once de granito. El trabajo no es regular, dependiendo de las necesidades en la construcción, pues el granito es muy torcido y lo destinan a esto. También hay una que trabaja en algunas ocasiones, llamada La Torrecilla, y que obtienen gravilla para el asfaltado de carreteras.

SAN LORENZO DE EL ESCORIAL.—En este término municipal existen tres concesiones de canteras: dos de granito y una de pórfido.

TORRELODONES.—Hay concedidas cinco canteras, siendo las más importantes las denominadas «La Cañada» y «Las Canteras», pero todas ellas con un trabajo irregular, dependiendo de las demandas de material, el cual es de calidad granito torcido.

VALDEMORILLO.—Tiene pequeñas canteras de granito, solamente

para el consumo local. En las principales, situadas al Noreste del pueblo, es donde aparecen los enclaves de gneis, tan molestos para los canteros, que los abandonan en las escombreras y a veces son aprovechados en la construcción de tapias.

ZARZALEJO.—Además de las canteras de pórfido, hoy en inactividad, hay abundantes canteras de granito localizadas también en la parte Sur de La Machota y en los cerrillos cercanos al kilómetro 57 del ferrocarril. Las concedidas actualmente son siete, y trabajan 50 obreros con una producción de unos 800 metros cúbicos. El granito obtenido es de buena calidad para la labra, que es a lo que lo destinan.

VI

HIDROLOGÍA

1. *Generalidades.*—La hidrología de la zona comprendida en esta Hoja viene condicionada por las características muy simples a este respecto de los terrenos que la constituyen, pues en la zona granítica no hay verdaderas capas acuíferas, mientras que en la sedimentaria terciaria aparecen distintos niveles retenidos por capas arcillosas prácticamente horizontales.

En los cerros y sierras graníticas, la penetración del agua se realiza por las diaclasas y roturas de las rocas, siguiendo trayectorias de tortuoso recorrido, sin alcanzar nunca grandes profundidades, pues acaba por convertirse en agua de capilaridad, haciendo imposible el diagnosticar la presencia de caudales aprovechables sólo manifestables por líneas de fractura o discontinuidades litológicas que produzcan emergencias naturales. En la planicie granítica, la penetración del agua se verifica por idéntico mecanismo, pero siendo más difícil el drenaje, pueden producirse acumulaciones constitutivas de verdaderos mantos acuíferos, en especial en las hondonadas rellenas por derrubios; así se forman en los meses lluviosos unas charcas de escasa profundidad como consecuencia de la poca pendiente y la impermeabilidad de los materiales, de la misma forma como sucede cuando llegan algunos arroyos, los cuales pueden perder su cauce visible y motivan nombres tan significativos como el de Arroyo Loco, por la variabilidad de su caudal superficial a lo largo de su supuesto curso al llegar a la llanura granítica.

Muy distinta es la condición de los sedimentos más modernos, donde las rocas permeables formadas por arenas con cantos, permiten la filtración del agua meteorológica, hasta las capas arcillosas, sobre las que se forman capas acuíferas de variada extensión y potencia, de las que surgen fuentes, nunca de gran caudal, o se alumbraba el agua por medio de pozos.

Pequeños manantiales, son frecuentes en ambas formaciones, pero siempre de escaso caudal y un régimen muy variable, dependiendo de las condiciones climáticas; en verano se reduce considerablemente e incluso llega a desaparecer, lo que ha sido objeto de preocupación a través de los años, con proyectos de retención del agua al pie de las montañas como las presas del Romeral y del Arroyo del Batán, o en el borde del país cristalino como la del Canal del Guadarrama y la recientemente construida en el río Aulencia; también se han emprendido obras de traída desde el otro lado de la Sierra, como se ve en las conducciones labradas en el granito del Pinar del Arroyo de Navalacuerda y las actualmente en realización para cruzar por medio de un túnel hasta El Escorial.

2. *Alumbramientos y abastecimientos.*—La carencia de potentes mantos acuíferos ha hecho incesante la búsqueda y máximo aprovechamiento de cuantas posibilidades de alumbramiento se han presentado, por lo que abundan extraordinariamente los intentos de recoger en fuentes pequeños caudales que la mayoría de las veces es el simple rezumar por las diaclasas de las rocas.

El ángulo Sureste de la Hoja ha sido sometido a un intenso estudio en este sentido, con métodos de prospección geofísica, y en los trabajos de J. García Siñeriz (1933, 1941) se dan los resultados obtenidos con procedimientos gravimétricos y sísmicos en cuanto al intento de conocer la estructura del subsuelo en que se pueda albergar o recoger el agua infiltrada al rebasar el zócalo cristalino, y también se han buscado directamente los mantos acuíferos haciendo uso de los métodos eléctricos. Resumiendo estos últimos resultados (1941, pág. 580), puesto que lo referente a configuración se ha tratado en el capítulo de Tectónica, se puede afirmar que es prácticamente imposible encontrar agua subterránea hasta una profundidad investigada de 750 m., y que los niveles húmedos localizados hasta los 260 m. se cree serían suficientes para abastecer el pueblo de Las Rozas si se eleva el agua desde los 100 m., nivel al que se cree son ascendentes los situados a mayor profundidad.

Entre las más importantes tenemos que destacar las fuentes siguientes:

		l./seg.
<i>Alpedrete.</i>		
Manantial	Caño Viejo, de Gregorio Aparicio	2
»	Fuente Avila, de Manuel Rodríguez... ..	1 ½
»	» El Cocinero, del Municipio	1 ½
»	» La Huerta, del Municipio... ..	2 ½
»	» Santa Quintina, de Vicente Alvarez... ..	1 ½
»	» Nueva, del Municipio... ..	2
»	» Juan López, de Daniel Estévez... ..	1 ½
<i>Collado Villalba.</i>		
Manantial	Cuatro Caños, del Ayuntamiento	1
»	Hontanilla, del Ayuntamiento	1
»	Caño Viejo, del Ayuntamiento... ..	1
»	Fuente Jabonería, del Ayuntamiento... ..	1
»	» Fábrica, del Ayuntamiento... ..	1
»	» Cementerio, del Ayuntamiento	1
<i>Colmenarejo.</i>		
Manantial	Pozuelo, del Ayuntamiento... ..	1
»	Nevazo, del Ayuntamiento	1
»	Prado Fuente, del Ayuntamiento	1
<i>El Escorial.</i>		
Manantial	de la Reina, del Municipio	0,10
»	del Príncipe, del Patrimonio Nacional	0,10
»	Navalmeolo, del Municipio	0,15
»	San Sebastián, del Municipio	0,15
»	San Juan, H.º de José de la Cuesta	0,12
»	Cebadillas, del Municipio... ..	1,00
»	El Valle, del Municipio	1 ½
»	Prado Tornero, de Millán Alonso... ..	0,15
»	Convento Comunidad Sagrados Corazones	0,20
»	Dehesa Omaña, de Sucesores de Matías López	0,20
<i>Galapagar.</i>		
Manantial	Fuente Caño, del Ayuntamiento	1,00
»	Los Huertos, de H.º de Marcelino Samantino... ..	4,00
»	Posilla, del Ayuntamiento	0,50
»	Fuente Alamo, del Ayuntamiento	0,25
»	Canalejo, de Amelio Martín	0,20

	l./seg.
<i>Hoyo de Manzanares.</i>	
Manantial de la Reina, del Ayuntamiento	15,00
» Fuente de Colmenar	5,00
» de la Moraleja, del Ayuntamiento... ..	5,00
» de las Huertas, del Ayuntamiento	9,00
» de la Mariquina, del Ayuntamiento	7,00
» Fuente Caño Viejo, del Ayuntamiento	12,00
» » la Tolla, del Ayuntamiento	12,00
» » Vallelaza, del Ayuntamiento	7,00
» » de la Paloma, del Ayuntamiento	7,00
<i>San Lorenzo del Escorial.</i>	
Manantial Navarro de la Pulga o Altos S. Juan, del Patronato Docente.	14,60
» Romeral, para Casita del Príncipe	1,00
» Batán, para estación férrea y riego jardín Príncipe	5,00
» El Caracol, del Ayuntamiento	3,00
» Barranquilla, del Ayuntamiento... ..	2,00
» Barracón, del Ayuntamiento... ..	1,00
<i>Torrelodones.</i>	
Manantial el Caño, del Ayuntamiento	2,00
<i>Valdemorillo.</i>	
Manantial Fuente Las Navas, del Ayuntamiento	2,00
» Rodrigo, del Ayuntamiento	2,00
» Arroyo de la Dehesa, del Ayuntamiento... ..	2,60
<i>Zarzalejo.</i>	
Manantial Fuente del Rey, de Construcciones y Pavimentos, S. A. ...	1,50
» Huertas Masedas, de varios vecinos	2,00
» Ontiveros, en Terrenos del Común	3,00
» Morales, en Terrenos del Común	3,00
» Fresno del Pino, en Terrenos del Común	2,00
» Derrotura, en Terrenos del Común	4,00

Todas ellas de agua potable, y una pureza muy notable, como nos demuestran los análisis de los caudales más usados en los núcleos de población; efectuados en el laboratorio de análisis químico del Instituto Geológico y Minero de España, que dirige don Laureano Menéndez Puget.

	SO ₂	CaO	MgO	Cl	ClNa	Gr.º Hidr.º
Fuente pública de S. Lorenzo.	0,0034	0,0123	0,0108	0,0140	0,0230 gr. L.	2º
Fuente pública de Zarzalejo...	0,0088	0,082	0,0108	0,0105	0,0173 » »	2º
Fuente Nueva, km. 16-17 carretera Guadarrama-Escorial.	0,0034	0,0247	0,0144	0,0140	0,0230 » »	3º
Fuente pública de Hoyo de Manzanares	0,0274	0,0184	0,0072	0,0140	0,0230 » »	3º
Fuente pública de Galapagar.	0,0208	0,0123	0,0181	0,0315	0,0519 » »	4º
Fuente pública de Collado-Villalba	0,0205	0,184	0,0434	0,0525	0,0856 » »	4º
Fuente pública de Alpedrete.	0,0137	0,0247	0,0108	0,0245	0,0403 » »	4º
Fuente pública de Valdemorillo.	0,0105	0,0288	0,0217	0,0315	0,0519 » »	8º
Fuente pública de Torrelodones.	0,0308	0,0411	0,0144	0,0350	0,0577 » »	8º
Fuente pública de El Escorial, al lado de la carretera a Madrid	0,1083	0,1318	0,0434	0,0980	0,1615 » »	24º

Además de los manantiales reseñados, y casi siempre con objeto de abastecer a viviendas alejadas de los núcleos de población, han surgido abundantes pozos como consecuencia de la edificación aislada en los montes de esta zona.

En Alpedrete hay en la actualidad 41 pozos, con profundidad media de 8,6 metros, con 41 motobombas y potencia aproximada de 34 HP. en total, estando la mayoría labrados en granito.

Collado Villalba tiene 77 pozos, también con profundidad media alrededor de los 8 metros, desde donde es elevada el agua por su correspondiente grupo motobomba, totalizando unos 88 HP.

Colmenarejo es una de las zonas más escasas de agua, siendo en la actualidad el mayor problema de la localidad, pues las escasas fuentes de su término son muy pobres, y el alumbramiento por pozos de escaso rendimiento, no habiendo más que nueve con grupo motobomba y potencia total de 3 HP.

Distinta es la situación de El Escorial, dada su posición al pie mismo de las mayores elevaciones gneísicas, donde además de las fuentes ya dichas, se saca el agua con grupos motobombas de mayor potencia total, 15,5 HP., de unos 11 pozos de agua abundante, la profundidad media de 8,00 m.

Ligeramente menor es la profundidad en Galapagar, 7 metros, pero aquí se han realizado mayor número de pozos como conse-

cuencia de una población más dispersa, principalmente hacia la estación del ferrocarril, elevándose el número a 35 con motobomba, siendo la potencia total de 43 HP.

La abundancia de manantiales en Hoyo de Manzanares, y su caudal que coloca al término entre los más favorecidos desde este punto de vista, no ha motivado la construcción de pozos como en los casos anteriores.

Por el contrario, pasando al Terciario, se alumbra el agua por medio de muchos pozos, teniendo así en término de Las Matas, que en el antiguo Parador hay tres hasta unos 6 metros, con agua hasta los 3 de profundidad, y en la estación hay otros tantos con análogas características. Cerca del kilómetro 21 de la carretera se excavó uno hasta los 25 metros, que dió poca agua, y frente al kilómetro 20, a Oeste del ferrocarril, hay otro hasta 9,5 en el que la cara del agua llega hasta el nivel del suelo en épocas de lluvia. A unos 2 kilómetros al Este del ferrocarril, y aguas abajo del Barranco Hondo, hay un manantial abundante, así como otros fuera de la Hoja.

En el término de Las Rozas, las condiciones son iguales a las de Las Matas, pero con menos agua, afectando extraordinariamente el calor y escasa precipitación durante el verano, por lo que llegan a secarse las fuentes, como la del Arroyo de la Fuentecilla, a unos 40 metros al Este del puente de la carretera a Galapagar. A unos 6 kilómetros, pasado el río Guadarrama, en el Arroyo de Fuentarrón, se hizo un pozo en el que apareció agua a los 9,5 metros, mientras que en unas lomas, a unos 800 metros de altitud, hay cuatro con agua abundante a los 6 metros de profundidad.

San Lorenzo dispone desde su fundación de un plan para el abastecimiento de aguas, con los embalses para retener las que se despeñan por los torrentes del macizo de Abantos, y actualmente se beneficiará también de la otra vertiente, gracias a las actuales obras en realización.

En la zona de la colonia de la Estación de Torrelozones, hay pozos a profundidades de 8 a 10 metros, y en general abundan, dado el escaso caudal de la fuente pública que brota a poca distancia en el granito y por consiguiente régimen muy variable. En el granito descompuesto hay bastantes pozos con agua a rebosar, llegando a ellos el agua a través de las grietas de las rocas alteradas por efecto de la fractura principal de la Sierra, y el régimen es más constante en todo tiempo. En las inmediaciones de la falla, surge el agua por

múltiples sitios, pero como no es la zona de edificaciones, no se aprovecha, habiéndose hecho en otros lugares hasta 122, con su correspondiente grupo motobomba, llegándose a una potencia total de 91 HP.

En cuanto a las influencias de la Tectónica sobre las aguas, tenemos en Valdemorillo otra zona semejante, si bien aquí las elevaciones están más lejos y no se aprecia tanto el efecto de la nieve acumulada en el invierno. Su fuente pública procede del manantial que brota entre el granito y una capa de pegmatita, a poca distancia. También hay varios pozos de agua abundante, sobre todo cuando hay derrubio local y el fondo es de granito.

En la Hoja existen varios estanques o charcas, unos entre El Escorial y Villalba, y dos mayores al Sureste de El Escorial, denominados «El Estanque alto» y «El de la Isla», que son grandes manantiales que regulan la cabecera del río Aulencia.

Aguas minero-medicinales.—Dadas las características del terreno que ocupa la Hoja, no aparecen apenas fuentes que merezcan estas denominaciones a la manera clásica, aunque sí está la titulada «La Fe», del Portillo de Villalba, a unos 5 kilómetros al Noreste de la estación de este último nombre. El análisis de 1888 las califica de arsénico-ferruginosas, yoduradas-manganesíferas-antimoniales, pero en la actualidad están prácticamente abandonadas.

No ha prosperado la industria balneológica, a pesar de disponer de otros reconocidos manantiales de características radiactivas que podrían motivarla. Así, existe el denominado de «Los Barrancos», en el término de Valdemorillo, declarado en 1915 de utilidad pública por su importancia de ser el tercero en magnitud de los conocidos entonces en todo el mundo. Está clasificada como bicarbonatado-sódico litínica, variedad nitrógeno-sulfhídrica y dentro del grupo de las muy puras desde el punto de vista higiénico. Su radioactividad fué demostrada en 1906 por Muñoz del Castillo, y en los años sucesivos se continuó trabajando con ella, determinando su conductividad eléctrica (1908) y otras propiedades.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBAREDA HERRERA, J. M. y ASENSIO AMOR, I: *Contribución al estudio de los suelos silíceos españoles*. «An. Inst. Esp. Ed. Ec. Fis. Veg.», vol. IV, págs. 66-132, 1945.
- ALDAMA, IL. DE: *Comisión para la formación de la carta geológica de la provincia de Madrid y la general del reino*. «Revista Minerva», vol. II, págs. 388-400, 1851.
- BAYSSÉLANCE, A.: *Quelques traces glaciaires en Espagne*. «Ann. du Club Alpin Français», vol. X, 1883, pág. 415, 1884.
- BENTABOL, H.: *Estudios hidrogeológicos. Provincia de Madrid, Torreldones*. «Bol. Com. Mapa Geol. España», vol. XXVIII, págs. 209-240, 1906.
- BERNALDO DE QUIRÓS, C. y CARANDELL, J.: *Guadarrama*. «Trab. Mus. Cienc. Nat.», Ser. Geol., núm. 11, págs. 47, 1915.
- BIROT, P.: *Sur la morphologie de la Sierra Guadarrama occidental*. «Annales de Géogr.», año 46, págs. 25-42. Trad. en «Est. Geográficos», vol. VI, núm. 18, págs. 155-168, 1945, por C. VIDAL BOIX, 1937.
- BIROT, P. y SOLÉ SABARÍS, IL.: *Sur un trait morphologique paradoxal des massifs cristallins de la Cordillère Centrale Ibérique*. «Bull. Assoc. Géogr. Français», núm. 218-219, págs. 94-99. Trad. en «Est. Geográficos», vol. XII, núm. 45, págs. 807-813, por M. F. TROYANO, 1951, a.
- — *Sur le style des déformations du socle dans la Cordillère Centrale Ibérique*. «C. R. Somm. Soc. Géol. France», núms. 15-16, págs. 274-276, 1951-b.
- — *Investigaciones sobre morfología de la Cordillera Central Española*. «C. S. I. C. Instituto Juan Sebastián Elcano». Madrid, pág. 87, 1954.
- BOTELLA DE HORROS, F.: *Monografía de las aguas minerales y termales de España*. «Ministerio de Fomento», Madrid, 1892.
- CALDERÓN ARANA, S.: *Observaciones sobre la constitución de la Meseta Central de España*. «Act. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XIII, pág. 50, 1884.
- — *Les roches cristallines massives de l'Espagne*. «Bull. Soc. Geol. France», tercera serie, vol. XIII, págs. 80-115, 1884.
- — *Ensayos orogénicos sobre la Meseta Central de España*. «Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XIV, págs. 131-172, 1885.
- — *Los minerales en España*. «Junta para Ampliación de Estudios», dos tomos. Madrid, 1910.
- CARANDELL, J.: *Las calizas cristalinas del Guadarrama*. «Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.», Ser. Geol., núm. 8, pág. 60, 1914.
- — *Influencia de las diaclasas en la morfología de la Sierra de Guadarrama*. «Conf. y Reseñ. Cient. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. III, núms. 3-4, págs. 125-131, 1928.

- CORTÁZAR, D. DE: *Descripción física y geológica de la provincia de Segovia*. «Bol. Com. Mapa Geol. España», vol. XVII, págs. 1-234, 1891.
- CHAYES, F.: *Potash feldspar as a by-product of the biotite-chlorite transformation*. «Journ. Geol.», vol. LXIII, págs. 75-82. Traducido al español en «Estudios Geológicos», núms. 27-28, págs. 439-453, por J. M. FÚSTER, 1955.
- DANTÍN CERECEDA, J.: *Levantamiento reciente de la Meseta Central de la Península*. «Tomo extr. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», págs. 173-177, 1921.
- — *Ensayo acerca de las regiones naturales de España*. Madrid, 1922.
- DÍAZ DE RADA, F.: *Sobre la radiactividad del agua del manantial «Los Barrancos» del pueblo de Valdemorillo (provincia de Madrid)*. «Bol. Inst. Radiactividad», 2 ser., vol. V, págs. 31-36, 1923.
- DRUGMAN, J.: *Sur deux macles rares des Orthoses de Zarzalejo*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XXVII, págs. 437-441, 1927.
- — *Sur un exemple d'orthose, maclé suivant l'axe p/m. de Zarzalejo, provincia de Madrid*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XXIV, pág. 63, 1929.
- DUPUY DE LÔME, E. y FERNÁNDEZ CHICARRO, P. DE: *Guía del ferrocarril de Madrid a Irún. Excurs. F-3*. «XIV Congr. Geol. Inter», Madrid, pág. 151, 1926.
- EZQUERRA DEL BAYO, J.: *Indicaciones geognósticas sobre las formaciones terciarias del centro de España*. «Ann. Min.», vol. III, págs. 313-314, 1839-45.
- — *Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España*. «Mem. Real Acad. de Cienc.», vol. I-IV, 1850-59.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *Nota sobre cincuenta rocas de la Sierra de Guadarrama, preparadas para su observación microscópica*. «Act. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XX, págs. 100-103, 1891.
- — *Excursión de La Cabrera a Villalba por Miraflores*. «Bol. Inst. Libre Enseñanza», vol. XXVII, págs. 55-60, 1903.
- — *Nota sobre el Terciario de los alrededores de Madrid*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. IV, págs. 271-281, 1904.
- — *Una inclusión de gneis en el granito*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. IX, págs. 161-162, 1909.
- — *Noticias petrográficas: arkosa barítica, de Villaluenga (Toledo); turmalinita, de Robledo de Chavela (Madrid); piroxenita de Valdemorillo (Madrid); hialomicta o greisen de Almorox (Toledo)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. X, págs. 321-324, 1910.
- — *Sobre falsas huellas de glaciario en la Sierra de Guadarrama*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XV, págs. 396-400, 1915.
- — *Historia geológica de la Península Ibérica*. «Manuales Corona». Madrid, 1916-a.
- — *Noticia sobre minerales de la Sierra de Guadarrama*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XVI, págs. 278-279, 1916-b.
- — *La molibdenita en Torrelodones*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XVI, págs. 181-182, 1916-c.
- — *Notas petrográficas, diorita cuarcífera de Peguerinos (Ávila)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XVI, págs. 107-108, 1916-d.
- — *Ortosas cristalizadas en Zarzalejo*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XIX, págs. 137-143, 1919.
- — *Rectificaciones al Mapa Geológico en las provincias de Madrid y Toledo*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XXVII, págs. 259-260, 1928.

- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. y GÓMEZ DE LLARENA, J.: *Datos topológicos del Cuaternario de Castilla la Nueva*. «Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.», Ser. Geol., núm. 18, pág. 26, 1916.
- FISCHER, T.: *Die Iberische Halbinsel. In Kirchhoff. «Länderkunde von Europa»*. Teil. 2-3. Wien., 1891.
- — *Reiseskizzen aus Spanien und Portugal*. «Verh. Ges. f. Erdk.», Bd. 20, 1893.
- FISCHER, R.: *Versuch einer wissenschaftlichen Orographie der Iberischen Halbinsel*. «Petr. Mitt.», Bd. 40, págs. 249-259 y 277-285, 1894.
- FÚSTER, J. M.^a: *Transformaciones metasomáticas en los diques diabásicos y lamprofidicos de la Sierra de Guadarrama*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. LIII, págs. 99-128, 1955.
- FÚSTER, J. M.^a e IBARROLA, E.: *Significado genético de las inclusiones de gneis en el granito de la Sierra de Guadarrama (España Central)*. «XX Congreso Geológico Internacional». México, 1956.
- FÚSTER, J. M. y DE PEDRO, F.: *Estudio geológico del borde meridional de la Sierra de Guadarrama, entre Torrelodones y Valdemorillo*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España», núm. 35, págs. 45-70, 1954-a.
- — *Estudio geológico del macizo metamórfico de Abantos (Sierra de Guadarrama)*. «Notas y Com. del Inst. Geol. y Min. de España», núm. 36, págs. 51-77, 1954-b.
- — *Geología del valle superior del río Eresma (Sierra de Guadarrama)*. «Notas y Com. Inst. Geol. y Min. España», núm. 39, págs. 51-82, 1955.
- GÁLVEZ CAÑERO, A., JORDANA, IL. y ROMERO ORTIZ, J.: *Datos para el estudio del Guadarrama*. «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 6, págs. 107-114, 1936.
- GARCÍA SENERIZ, J.: *La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. T. I. La investigación gravimétrica en la Meseta terciaria de Madrid-Alcalá de Henares-Torrelaguna*. «Mem. Inst. Geol. Min. España», págs. 407-443, 1933.
- — *La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Tomo II: Investigación sísmica en El Pardo (Madrid)*. págs. 503-547. *Investigación hidrológica en Las Rozas (provincia de Madrid)*. págs. 549-620. «Inst. Geol. Min. España», 1941.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *Edad y origen de la Cordillera Central de la Península Ibérica*. «Asoc. Esp. Progr. Ciencias, Congreso de Salamanca», vol. II, páginas 119-134, 1923.
- — *Restos fósiles de grandes mamíferos en las terrazas del Manzanares y consideraciones respecto a éstas*. «Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XVII, páginas 449-455, 1927.
- — *Datos geológicos de la meseta toledano-cacereña y de la fosa del Tajo*. «Mem. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XV, págs. 183-202.
- — *Fisiografía e historia geológica de la altiplanicie de Castilla la Vieja*. «Publ. Univer. Valladolid», págs. 6, 1930.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E., VICTORY, A., ESPAÑA, A., GUINEA, E., VIDAL BOX, C. y BERNALDO DE QUIRÓS, C.: *Guías de los sitios naturales de interés nacional. Número 1. Sierra de Guadarrama*. «Junta de Parques Nacionales y Patronato Nacional de Turismo», págs. 107, 1931.

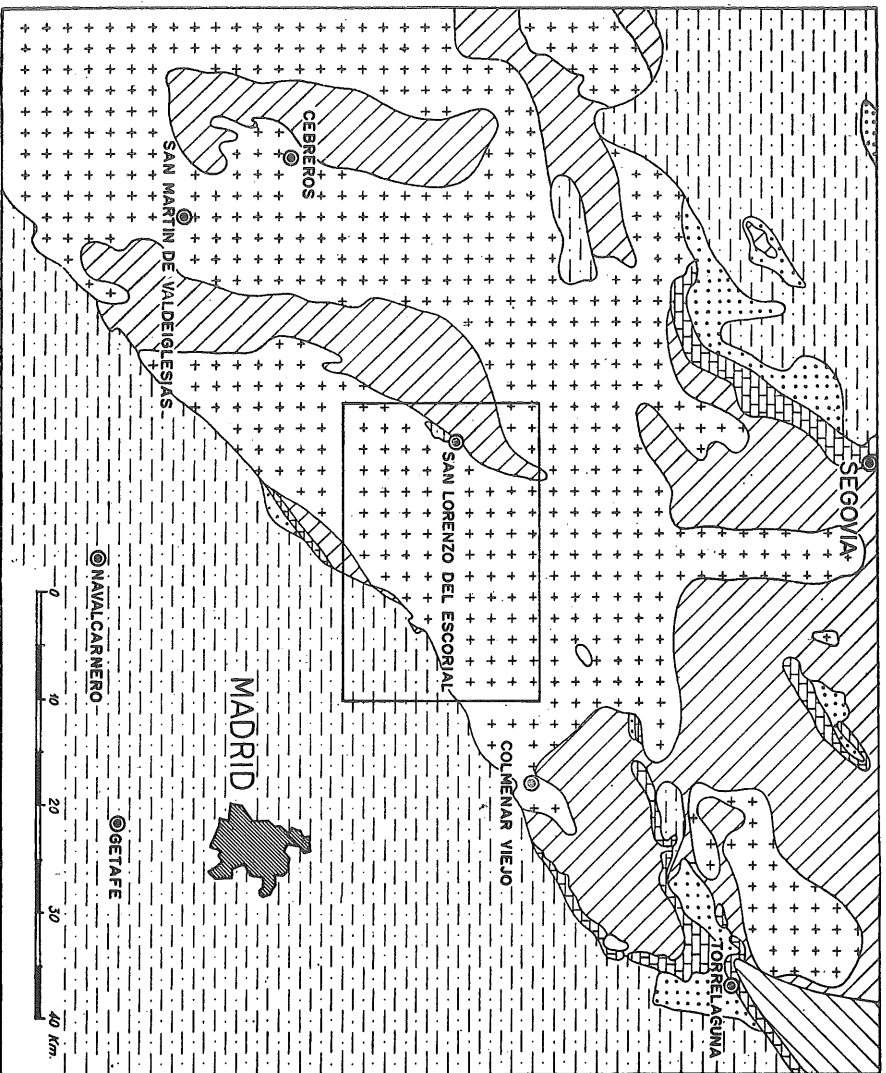
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *Síntesis fisiográfica y geológica de España*. «Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Serv. Geol.», núm. 38, 1934.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Modificación de la red fluvial en España. Fenómenos de captura durante el Plioceno al Norte de la provincia de Madrid*. «Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», XXX, págs. 213-244, 1930.
- — *Los materiales pétreos empleados en el adoquinado de Madrid*. «Las Ciencias», vol. XIX, págs. 1.037-1.067.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Explicación de la Hoja de Alcalá de Henares (Madrid)*, 1928. *Memoria explicativa de la Hoja núm. 535 (Algete)*, página 45, 1929; *Memoria explicativa de la Hoja núm. 559 (Madrid)*, 1929; *Memoria explicativa de la Hoja 558 (Villaviciosa de Odón)*, 1941.
- IBARROLA, E. y FÚSTER, J. M.: *Granitos de España Central. Zarzalejo (Madrid)*. «Est. Geológicos», núm. 11, págs. 173-180, 1950.
- KINDELÁN y GARCÍA SIÑERIZ, J.: *Estudios geofísicos en las provincias de Madrid y Guadalajara*. En «Datos para el estudio de la Geología de la provincia de Madrid. Cuenca terciaria del Tajo», págs. 225-296. «Inst. Geol. Min. España», 1928.
- LEAL LUNA, J. DE D.: *Algunas consideraciones sobre la edad del Universo y edad de tres minerales españoles*. «Not. y Com. Int. Geol. Min. España», núm. 11, págs. 149-217, 1943.
- LOTZE, F.: *Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien)*. «Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math-Phys. Kl., N. Ser.», vol. XIV. Traducido al español en «Pub. Extr. Geol. España», vol. VIII, 313 págs, 1956, por M. SAN MIGUEL, 1929.
- LUJÁN, F. DE: *Comisión para la formación de la carta geológica de la provincia de Madrid y la General del Reino*. «Bol. Min. Com. Int. y Ob. Públ.», núms. 168, 169, 172 y 173; 1851.
- — *Memoria sobre los trabajos realizados en el año 1850 por la Comisión del Mapa Geológico de la provincia de Madrid y general del Reino*, 1852-a.
- — *Memoria sobre los trabajos realizados en el año 1851 por la Comisión del Mapa Geológico de la provincia de Madrid y general del Reino*, 1852-b.
- MACPHERSON, J.: *Breve noticia acerca de la especial estructura de la Península Ibérica*. «Anal. Soc. Española de Hist. Nat.», vol. VIII, págs. 5-26, 1879.
- — *Predominio de la estructura uniclinal en la Península Ibérica*. «Anal. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. IX, págs. 465-494, 1880.
- — *De las relaciones entre las rocas graníticas y pórficas*. «Anal. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. IX, págs. 135-160, 1880.
- — *Sucesión estratigráfica de los terrenos arcaicos de España*. «Anal. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XII, págs. 341-378 y vol. XIII, págs. 365-418, 1883-84.
- — *Ensayo de historia evolutiva de la Península Ibérica*. «Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XXX, págs. 123-165, 1901.
- — *Sobre los gabarros de granito*. «Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. VI, págs. 11-113, 1906.
- MALLADA, L.: *Explicación del Mapa Geológico de España*. Tomo I; *Rocas hipogénicas y sistema estrato-cristalino*. «Mem. Com. Mapa. Geol. España», págs. 558, 1895.
- MARTÍN DONAYRE, F.: *Descripción física y geológica de la provincia de Avila*. «Mem. Inst. Geol. Min. España», 297 págs., 1879.

- MOYA, M.: *Yacimientos radiactivos a 45 kilómetros de Madrid*. Valdemorillo. «Economía Mundial», núm. 11, págs. 22-23, 1941.
- MUÑOZ DEL CASTILLO, J.: *Minerales radiactivos de Colmenar Viejo y TorreloDONEs*. «An. Soc. Esp. Fis. y Quím.», vol. II, 1904.
- — *Una mina radiactiva en Colmenarejo*. «Rev. Minera Ser. G.», vol. XXIII, 1905.
- — *Yacimientos y manantiales radiactivos de España*. «Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. VS, págs. 84-94.
- MUÑOZ DEL CASTILLO y DÍAZ DE RADA, F.: *Variación de temperatura y constante de la conductividad eléctrica de las aguas minerales*. «An. Soc. Esp. Fis. y Quím.», vol. VI, págs. 485-488, 1908.
- ÖBERMAIER, H. y CARANDELL, J.: *Sierra de Guadarrama. Excursión B-2*. «XIV Congreso Geol. Int. Madrid», pág. 46, 1926.
- PEDRO HERRERA, F. DE: *Estudio geoquímico de los granitos de la Sierra de Guadarrama*. «Tesis Univ. Madrid», 1956-a.
- — *Exploración geoquímica de la Sierra de Guadarrama (España)*. «XX Congreso Geol. Int. Méjico», 1956.
- PEDRO, F. DE y SÁNCHEZ-VEGA, I.: *Relación entre la fisiografía y las fracturas de la Sierra de Guadarrama (España Central)*. «XXIII Congr. Iuso-Esp. Progr. Ciencias», Coimbra, 1956.
- PENCK, A.: *Die Pyrenäen-Halbinsel*. «Reisebilder. Schr. Ver. Verbr. Nat. Kemt. Wien», vol. XXXIV, 1804-a.
- — *Das Klima Spaniens während der jüngeren Tertiärperiode und der diluvialperiode*. «Zeits. eGs. Erdk. Berlin», págs. 109-141, 1804-b.
- PRADO, C. DEL: *Mapa geológico, en bosquejo, de la provincia de Madrid, 1852-a*.
- — *Note sur la géologie de la province de Madrid*. «Bull. Soc. Geol. France», s. 2, vol. , págs. 168-176, 1851-53.
- — *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*. «Junta General de Estadística», págs. 219, 1864.
- — *Fuentes de la provincia de Madrid*. «Bol. Com. Mapa Geol. España», volumen XXVIII, págs. 260-264, 1906.
- QUIROGA, F.: *Nota acerca de la existencia de hierro magnético en El Escorial*. «Act. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. III, págs. 72, 1874.
- — *Observaciones sobre algunas rocas de El Escorial*. «Act. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. IV, págs. 73-78, 1875.
- — *Excursión geológicas en los alrededores de Madrid*. «Bol. Inst. Lib. Enseñ.», vo. IX, págs. 248-250 y 263-265, 1886.
- — *Excursión a TorreloDONEs*. «Act. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XV, páginas 88-89, 1886.
- — *Otra excursión a TorreloDONEs*. «Act. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XVI, págs. 10-11, 1887.
- — *Sobre las rocas piroxénicas arcaicas en general y las españolas en particular*. «Act. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XVIII, págs. 96, 1889.
- — *Excursión desde Las Rozas a El Escorial pasando por Valdemorillo*. «Act. Real oc. sp. Hist. Nat.», vol. XIX, págs. 120-125, 1890.
- — *Sobre la existencia de la humita en algunas calizas arcaicas de la Sierra de Guadarrama*. «Actas Real Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XXII, págs. 102-105, 1893.

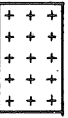


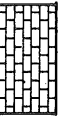
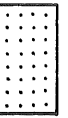

- RAMBERG, H.: *The origin of metamorphic and metasomatic rocks*. Chicago, 1952.
- RIVAS, S.; ASENSIO, I. y MONASTERIO, A.: *Significado ecológico de especies «ab-sifilo calcáreas en la flora del Guadarrama»*. «An. Inst. Esp. Edaf. Ecológ. y Fis. Mag.», vol. IV, págs. 308-330, 1945.
- ROMÁN, F. y ROYO, J.: *Sur la présence des mammifères lutetiens dans le bassin du douro*. «C. R. Acad. Sciences», Paris, vol. CLXXV, págs. 1.221-1.224, 1922.
- ROYO, J.: *Nuevos datos para la geología de la submeseta del Tajo*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XXVIII, págs. 255-257, 1918.
- — *El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica*. «Mem. Com. de Invest. Paleont. y Prehist.», Junta para Ampliación de Estudios», núm. 30, páginas 230, 1922.
- — *Tectónica del Terciario continental ibérico*. «Bol. Inst. Geol. y Min. España», vol. XLVII, 2.º p., págs. 129-168. «C. R. XIV Sesión Congr. Geol. Inter.», 2.º fase. Madrid, 1926.
- — *El Terciario continental de la cuenca alta del Tajo. (En datos para el estudio de la geología de la provincia de Madrid.)* Hoja, núm. 560 (Alcalá de Henares). «Inst. Geol. y Min. de España», págs. 15-89, 1928-a.
- — *Sobre el llamado Cuaternario de la Meseta Central*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XXVIII, pág. 259, 1928-b.
- — *Sobre los aluviones de Torreldones (Madrid)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XXVIII, págs. 305-307, 1928-c.
- — *Datos para la Geología de El Pardo*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», volumen XXIX, pág. 334, 1929.
- — *Más sobre el llamado Diluvium de la provincia de Madrid*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XXX, pág. 146, 1930.
- RUBIO, C. y KINDELÁN, V.: *Continuación del estudio hidrogeológico de la cuenca del Tajo, al Norte de Madrid, entre los ferrocarriles del Norte de España y de Madrid a Zaragoza*. «Bol. Comp. Mapa. Geol. Esp.», vol. XXX, págs. 9-29, 1909.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Estudio de las rocas eruptivas de España*. «Mem. Ac. Cienc. Ex. Fis. y Nat.», Madrid, pág. 660, 1936.
- SCHMIDT-THOMÉ, P.: *Paläozoisches Grundgebirge und junges Deck gebirge im Westlichen Zentralspanien (provinz Salamanca und Cáceres)*. «Geotekt. Forschung», núm. 6, págs. 37-77. Trad. en «Publ. Extr. Geol. España», vol. V, págs. 91-146, 1950 y 1945.
- SCHRÖDER, E.: *Das Grenzgebiet von Guadarrama und Hesperischen Ketten (Zentralspanien)*. «Abhandl. d. Gesellsch. de Wissensch. zu Göttingen. Math. Phys. Kl. N. folge.», vol. XVI, núm. 3, págs. 680-748. Trad. por. M. SAN MIGUEL, en «Publ. Extr. Geol. España», vol. IV, págs. 234-295, 1948 y 1930.
- SCHWENZNER, J. E.: *Zur morphologie das Zentralspanischen Hochlandes*. «Geogr. Abhandl.», 3.º ser., vol. X, pág. 128. Resumen en español por C. VIDAL, en «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XIV, 1943, págs. 121-147, 1936.
- SOLANO, J.: *Indicación de algunos minerales de El Escorial*. «Actas R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. II, pág. 48.
- VERNEUIL, E. DE: *Sur le diluvium des environs de Madrid*. «Bull. Soc. Géol. de France», 2.º sér., vol. XXIV, págs. 499-500, 1866-67.

- VICUÑA, C.: *Los minerales de El Escorial, con una descripción geológica del circo del mismo nombre*. «Imprenta R. Monasterio», de El Escorial, pág. 116, 1929.
- VIDAL, C.: *La línea morfotectónica meridional de la Sierra de Guadarrama*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. XI, págs. 117-132, 1942.
- VILANOVA, J.: *Caliza metamórfica de Robledo de Chavela*. «Actas. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. II, pág. 55.
- WASHINGTON, H. S.: *Granites of Central Spain*. «Jour Washington Acad. Sciences», vol. XVI, num. 15, págs. 409-412, 1926.

L A M I N A S



SIGNOS CONVENCIONALES

- 
GRANITO
- 
GNEIS
- 
PALEOZOICO
- 
CRETACICO
- 
OLIGOCENO
- 
MIOCENO

Situación de la Hoja de San Lorenzo en el borde meridional de la Sierra de Guadarrama.

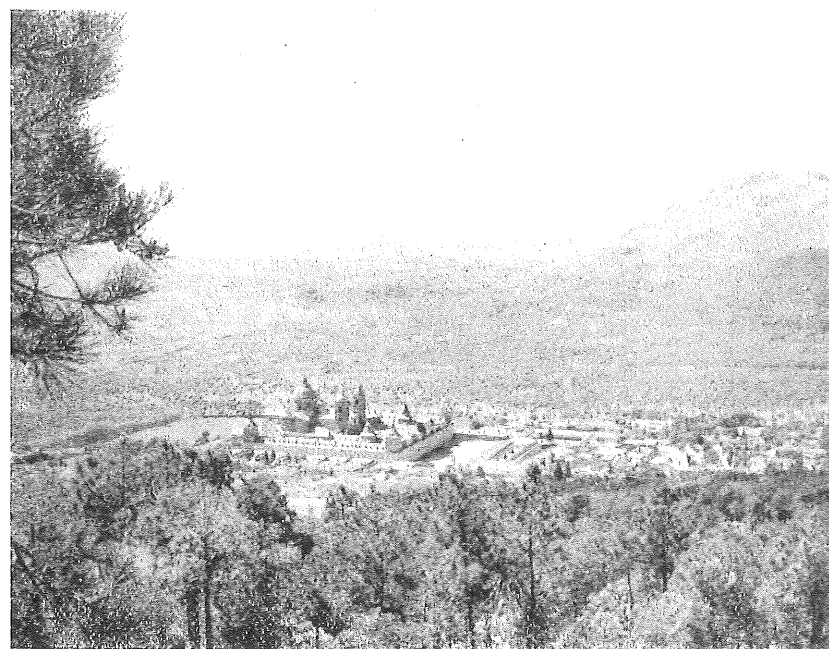


Foto 1.—El monasterio de El Escorial en el límite del zócalo granítico y el macizo montañoso de Abantos. A la derecha, las Machotas meridional, aún formada por granito.



Foto 2.—El cauce encajado del río Guadarrama en la salida del zócalo granítico. Presa derruida construida en la época de Carlos III.



Foto 3.—El zócalo granítico arrasado de El Escorial, desde las cumbres de Siete Picos en la Hoja de Cercedilla. Al fondo, en primer término, el macizo de Abantos con las Machotas en último plano. Obsérvese la diferencia de pendiente del macizo montañoso, muy acentuada hacia el S. y más tendida hacia el N.

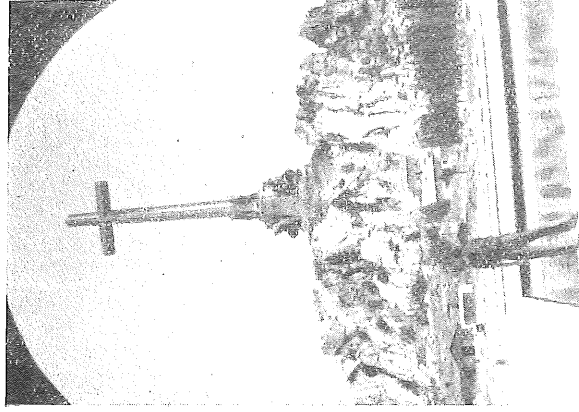


Foto 4.—La Cruz de los Caídos sobre el cerro granítico de Cuelgamuros, desde el monasterio situado en su parte posterior.

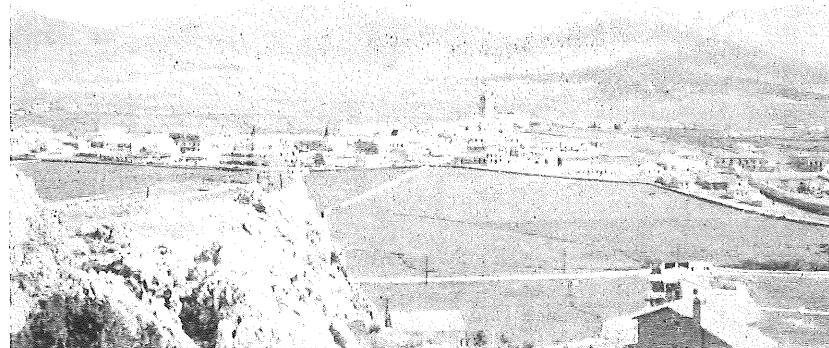


Foto 5.—El zócalo de arrasamiento marginal de la Sierra de Guadarrama, desde las cercanías de Colmenarejo. En primer término, sobre la llanura granítica, el pueblo de Galapagar; al fondo, las elevaciones principales de la Sierra.

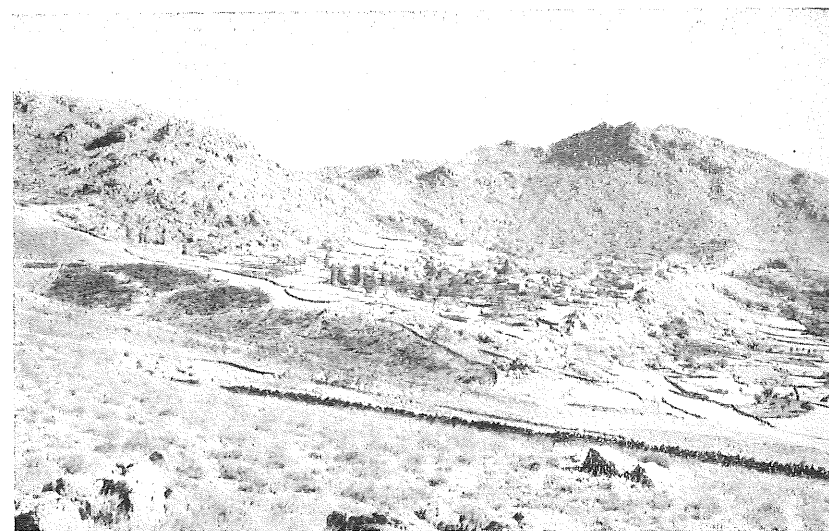


Foto 6.—La pequeña hoya de Zarzalejo, desde el Oeste. Al fondo, las Machotas. Al Sur del pueblo, el dique de pórfido cuarcífero que resalta como un costellar, que se une al flanco Sur de la Machota meridional.

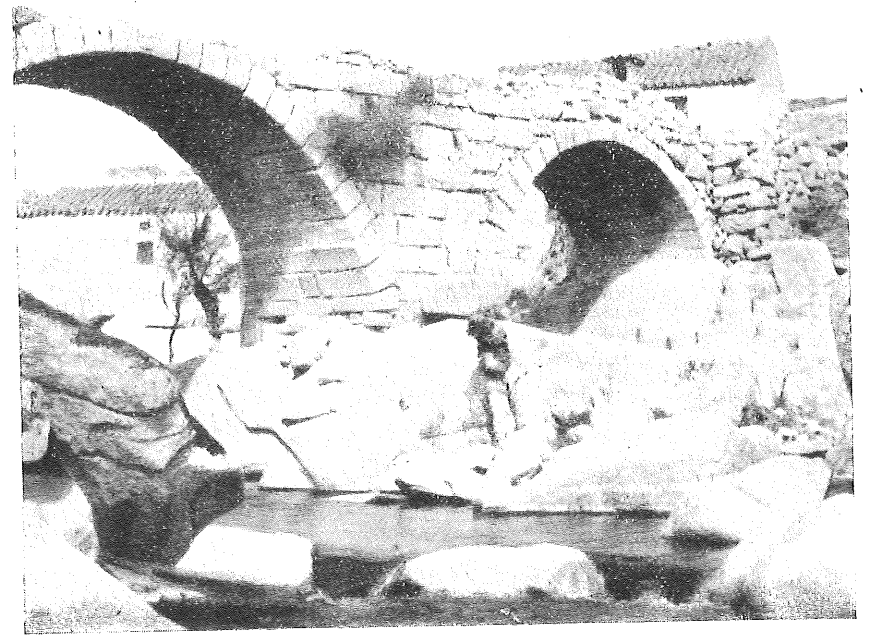


Foto 7.—El río Guadarrama cerca de La Navata.

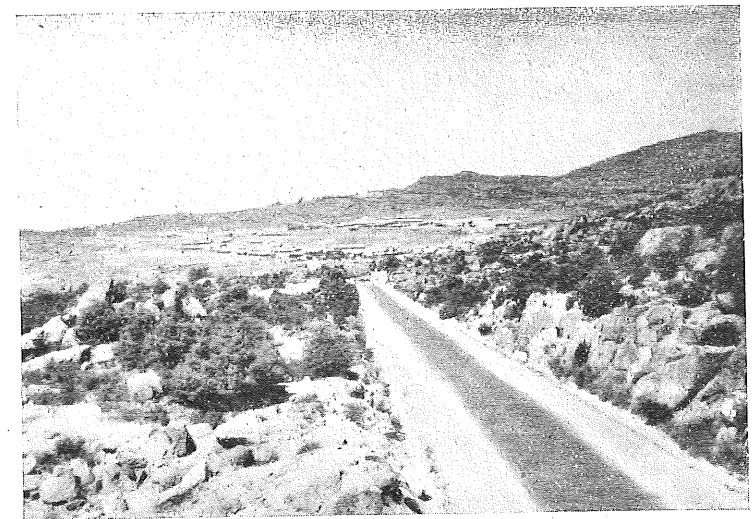


Foto 8.—La roca granítica cerca del campamento de Hoyo de Manzanares. A la derecha, las primeras elevaciones de la Sierra del Hoyo.

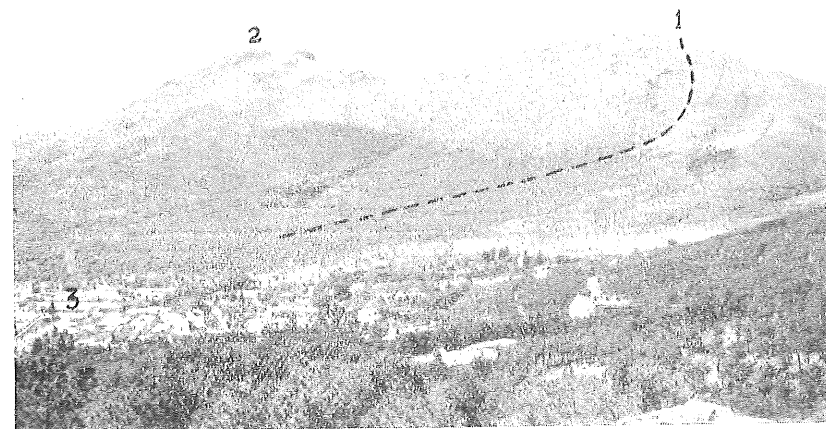


Foto 9.—El límite granítico-gneis en la zona meridional de la formación metamórfica de Abantos. 1, contacto; 2, Machota grande; 3, San Lorenzo de El Escorial.

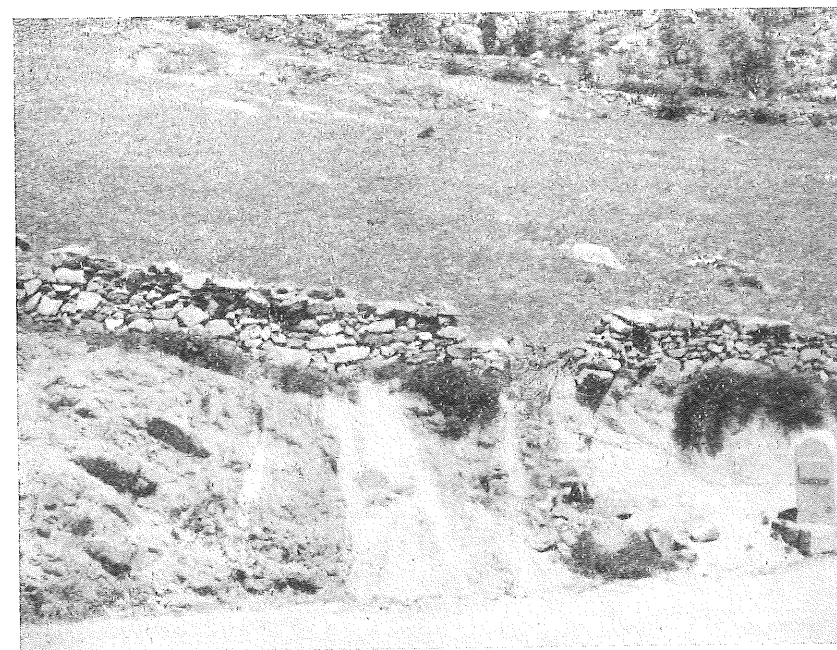


Foto 10.—El contacto granítico-gneis en el límite NO. del macizo metamórfico de Abantos. Kilómetro 8 de la carretera de Zarzalejo a Santa María de la Alameda; a la izquierda, gneis migmatítico con venas pegmatíticas; en el mojón kilométrico, granito alterado.

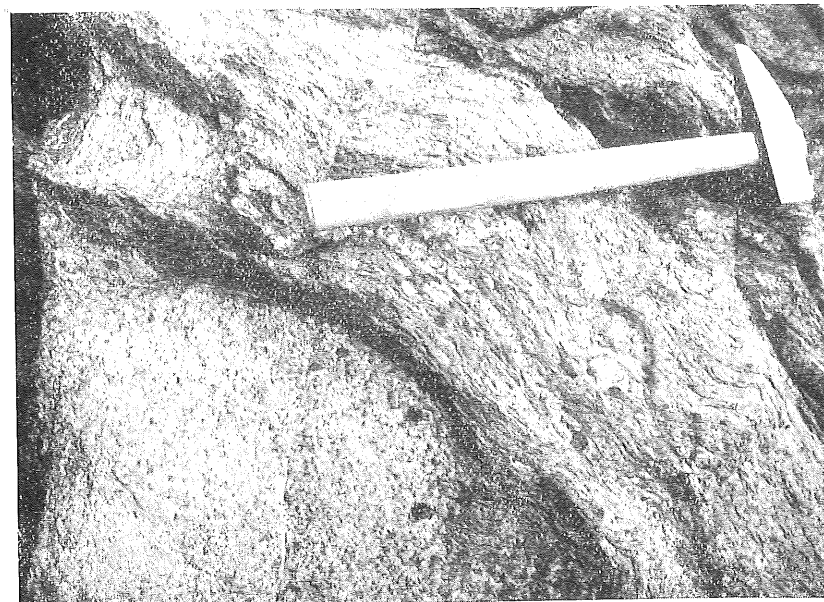
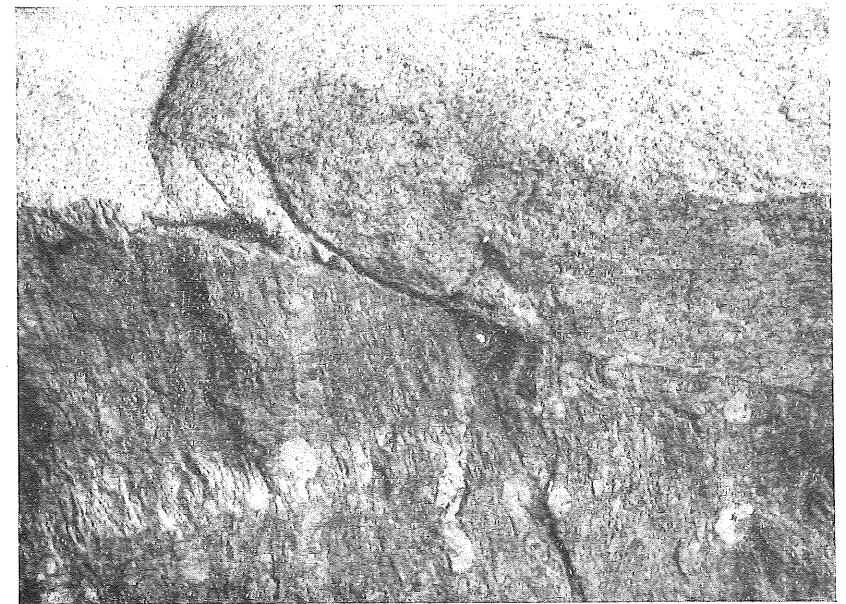


Foto 11.—Detalle de un contacto concordante entre el granito y el gneis glandular en el límite NO. del macizo metamórfico de Abantos, la cota 1220 cerca del borde Norte de la Hoja.



Foto 12.—Contacto discordante en la misma localidad que la foto 11.



Fotos 13-14.—Detalles de contactos discordantes y netos entre el granito y el gneis ...
del macizo de Abantos en la cota 1220.



Foto 15.—Gneis glandular típicos de la Sierra de Guadarrama con capas concordantes aplítico-pegmatíticas. Cauce del río Aulencia junto a su confluencia con el Arroyo Martín Juan.

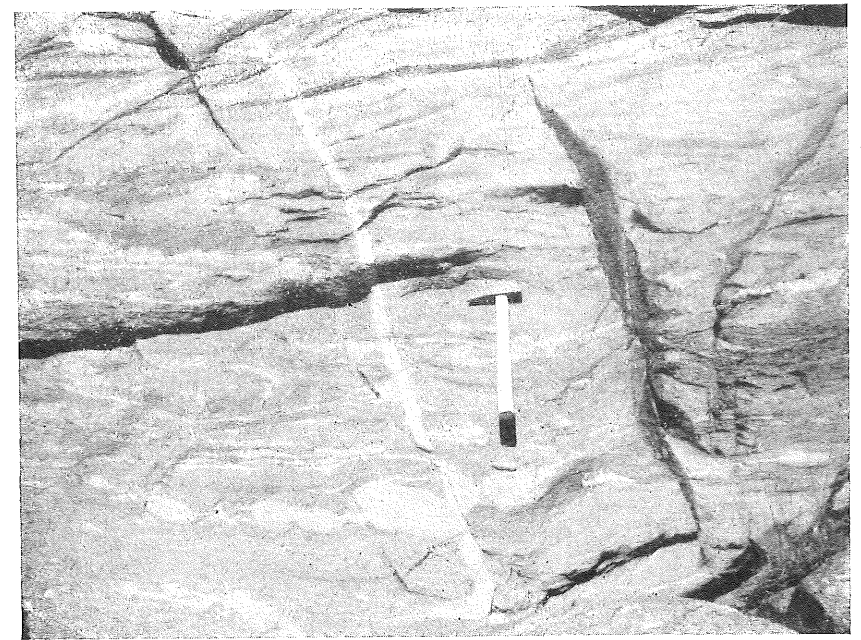


Foto 16.—Variedad de gneis, intermedia entre los glandulares y los migmatíticos con venas concordantes y discordantes de aplitas.

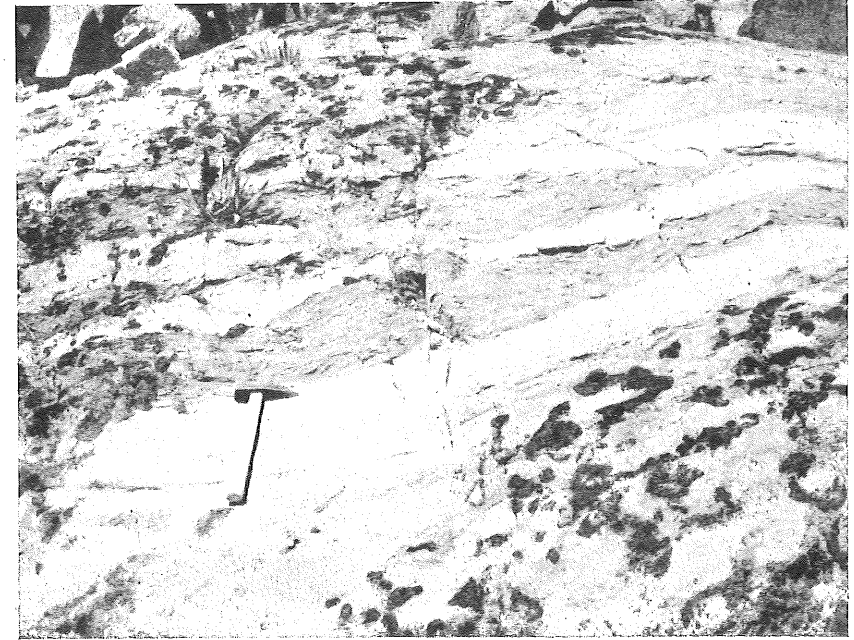


Foto 17.—Gneis migmatítico embrechítico de la zona occidental del macizo metamórfico de Abantos; Arroyo del Tobar.

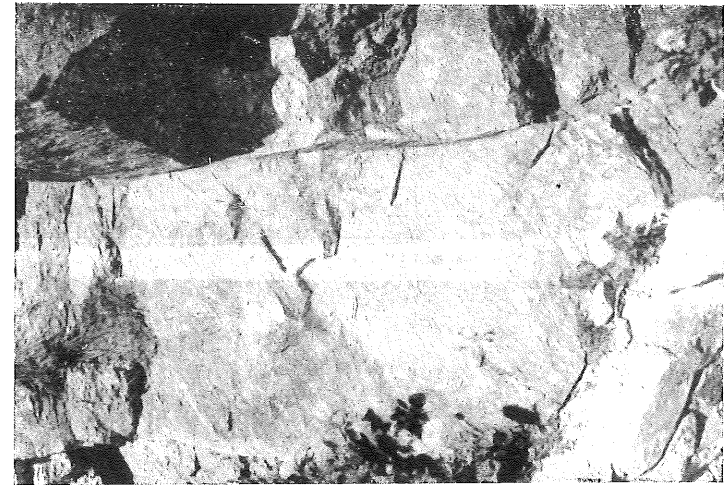
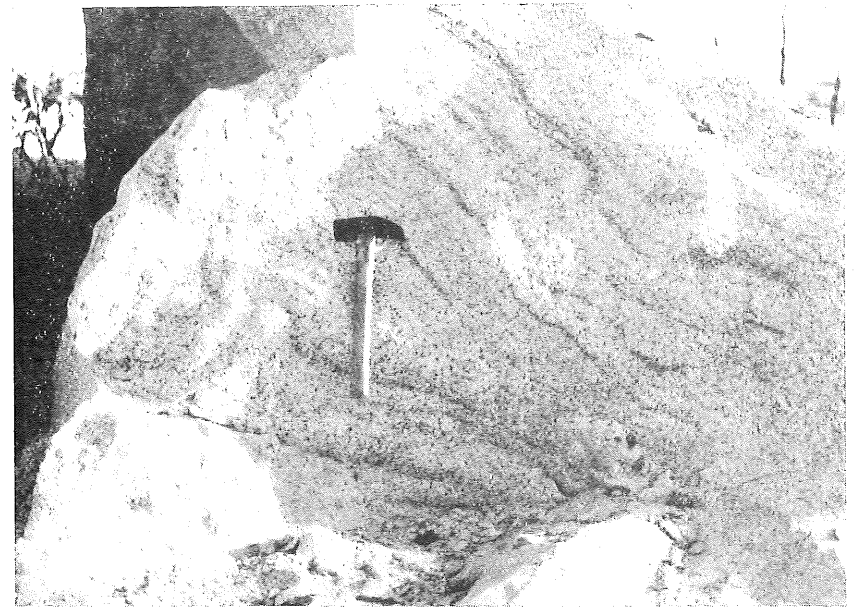
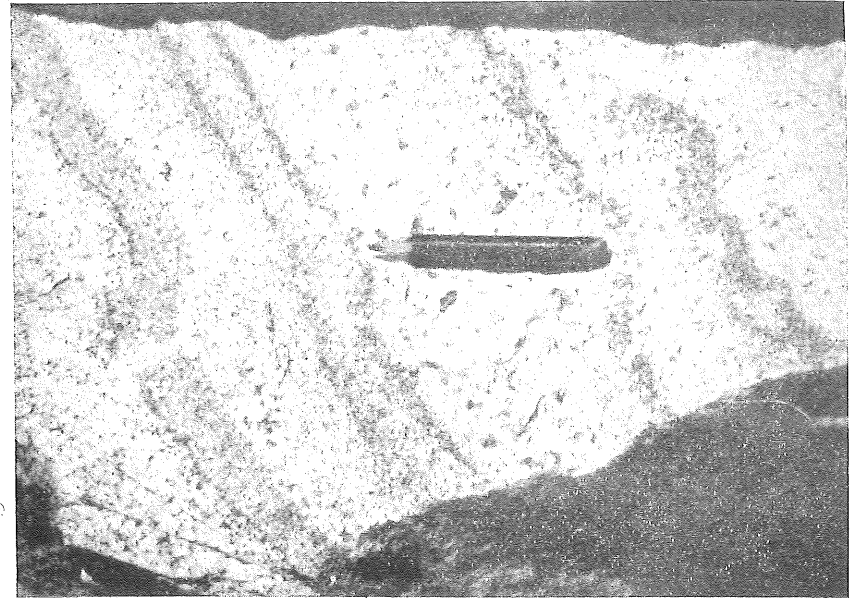
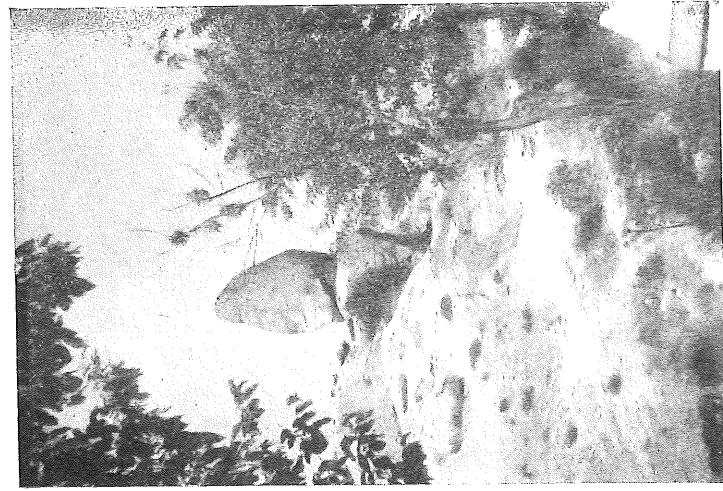


Foto 18.—Gneis glandular con venas de pegmatita en las proximidades del Hotel Felipe II, de San Lorenzo.



Fotos 19-20. -Granito con estructuras orientadas en las canteras del camino de Galapagar a Villalba.



Fotos 21-22.—Formas de erosión típicas en los berrocales graníticos del zócalo de El Escorial. La primera, en las cercanías de Torrelodones; la segunda, en la carretera de El Escorial a la Silla de Felipe II.

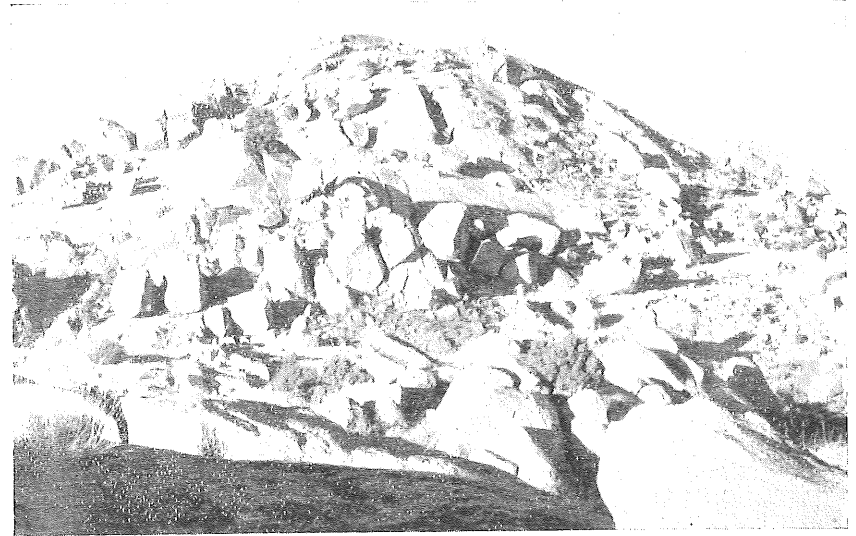


Foto 23.—Canchal granítico; el ángulo SO. de la Hoja de San Lorenzo.



Foto 24.—Formas erosivas del granito en las proximidades de Galapagar.



Fotos 25-26.—Enclave de gneis glandular en el granito, en las proximidades del Valdemorillo.



Foto 27.—Enclave de gneis incluído en el granito, que ha perdido en su mayor parte los caracteres estructurales primitivos. En el centro, es ya una roca rica en biotita de grano fino sin estructuras metamórficas. Proximidades de Valdemorillo.

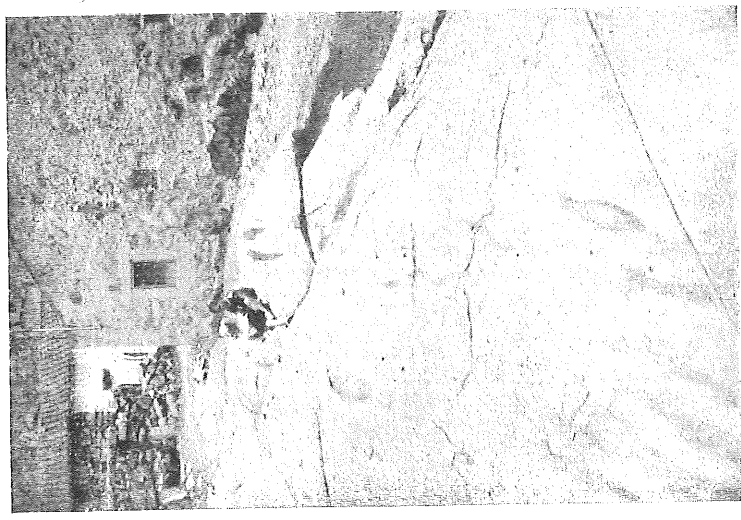
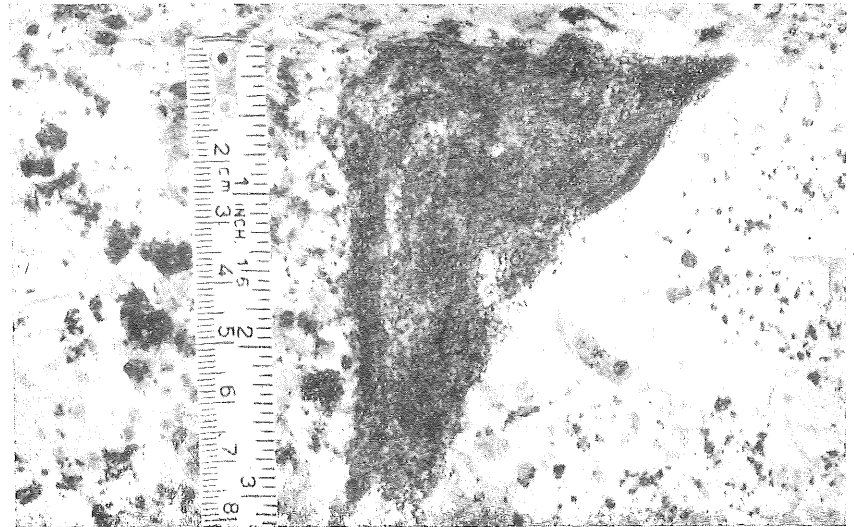


Foto 28.—Enclaves de gneis orientados incluídos en el granito de Zarzalejo, cerca de su contacto con la formación metamórfica de Abantos.



Fotos 29-30.—Restos de gneis en el granito de las Machotas, al sur del dique de pórfido.



Fotos 31-32.—Granito de grano medio, granodiorítico con inclusiones básicas (gabarros) procedentes de la evolución de antiguos enclaves de gneis. Entre El Escorial y Zarzalejo.

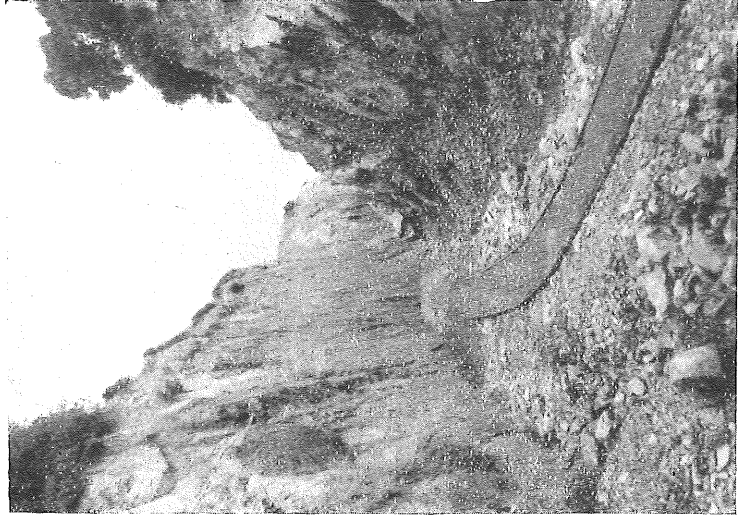


Foto 33.—Explotación del dique de microdiabasa del flanco SE. del macizo metamórfico de Abantos. Obsérvese la superficie neta de los contactos.



Foto 34.—Dique aplitico con enclaves del granito encajante en el camino de los Vaqueros, al NE. de Valdemorillo.

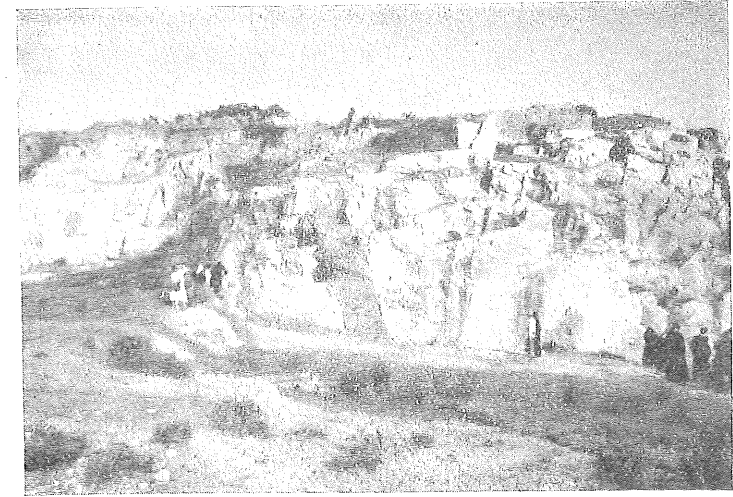


Foto 35.—Dique lamprofidico incluido en el granito en las proximidades de Villalba.



Foto 36.—Dique de aplita en el granito de las minas de Colmenarejo.

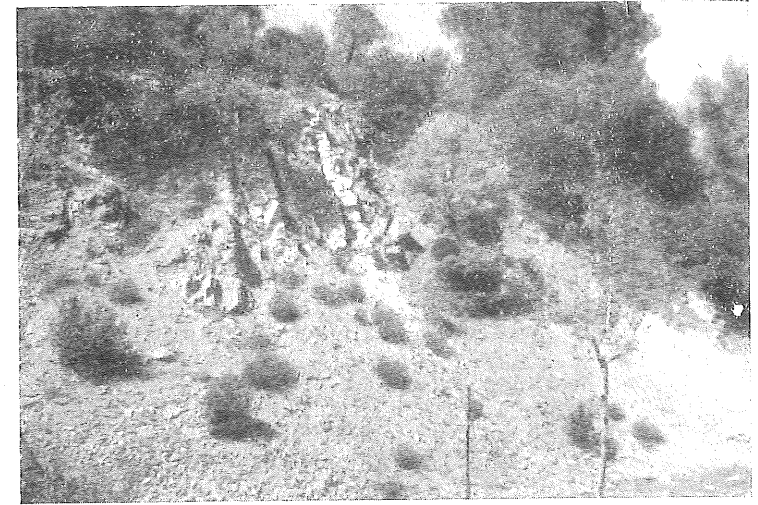
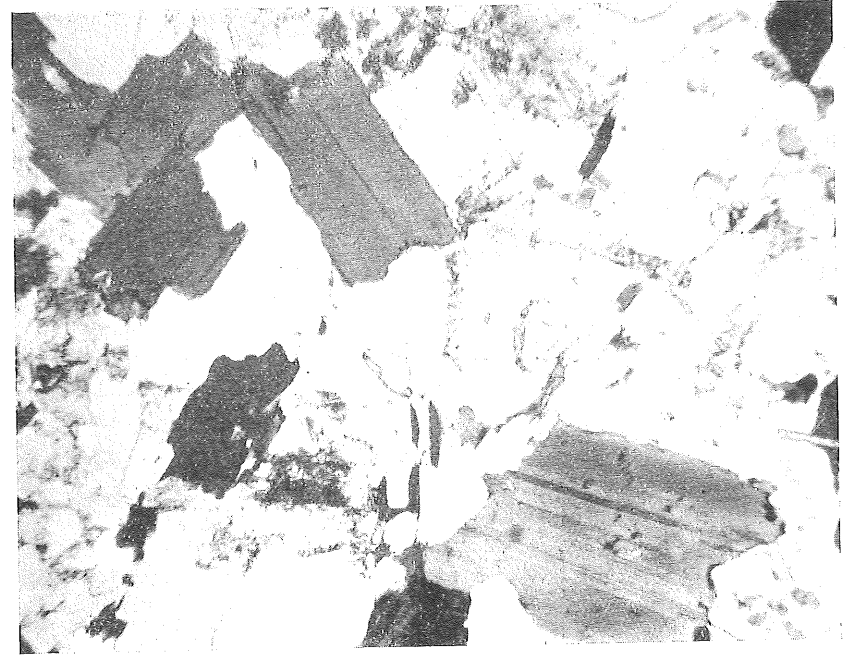


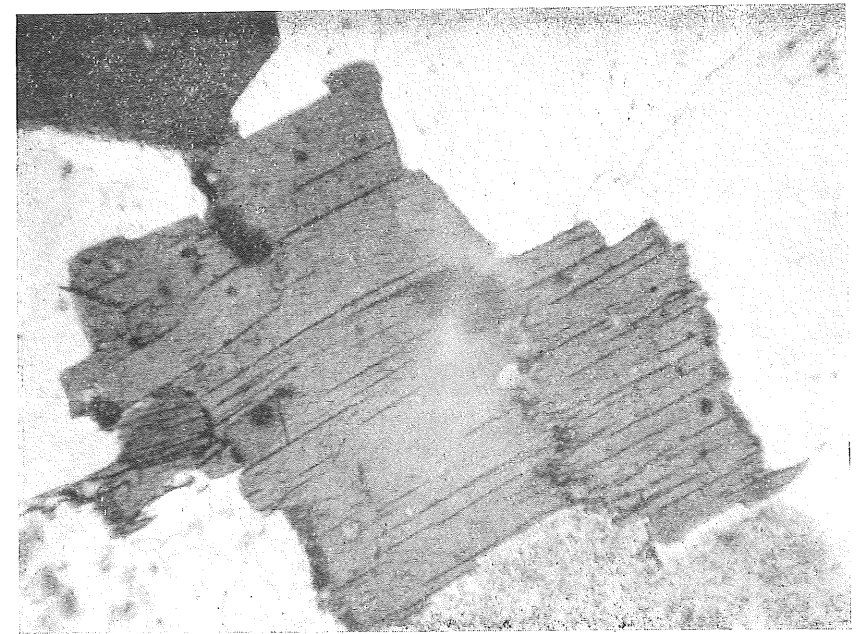
Foto 37.—Venas de cuarzo y de pegmatitas en las proximidades del contacto entre el granito y el gneis en la pequeña mancha del Canal (Torrelodones).



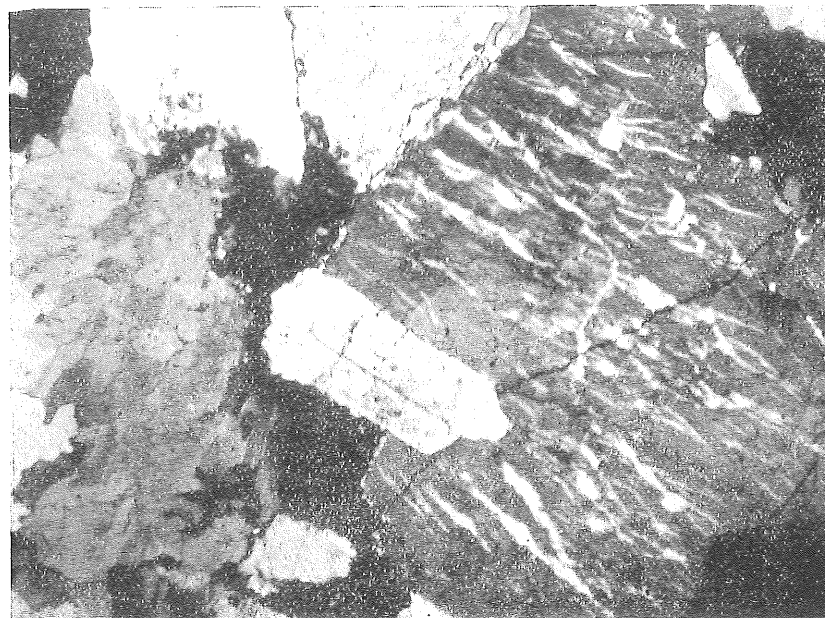
Foto 38.—Venas cuarzosas en el granito cataclástico de Cuesta Blanca, entre Colmenarejo y Torrelodones.



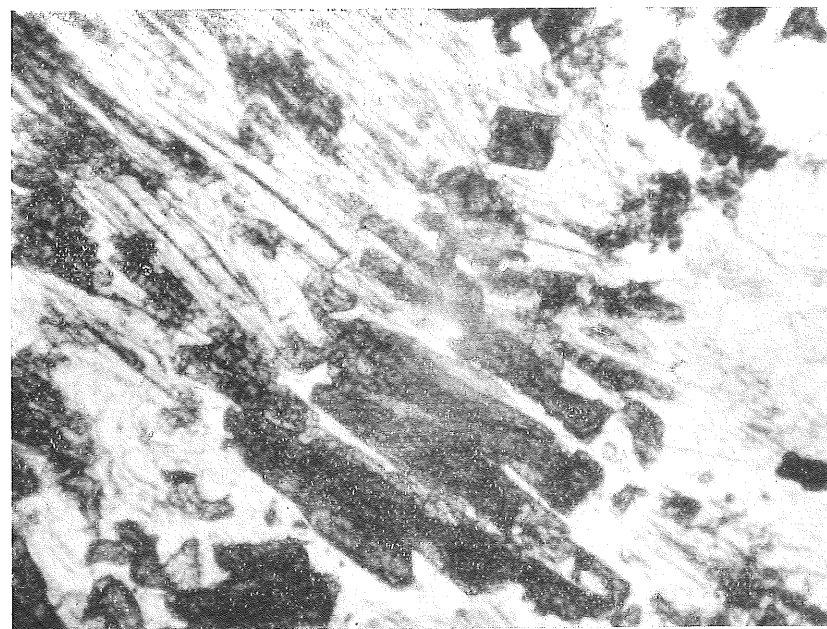
Fot. 39.—Granito granodiorítico de Torreldones. Placas de biotita, cuarzo, ortosa y plagioclasa. L. O. 30 d.



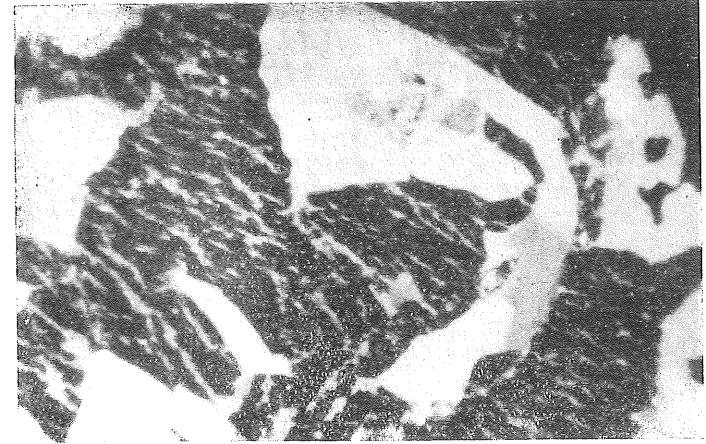
Fot. 40.—Granito de dos micas. Zarzalejo. Lámina de biotita con inclusiones de apatito y zircón con halos pleocroicos. L. O. 50 d.



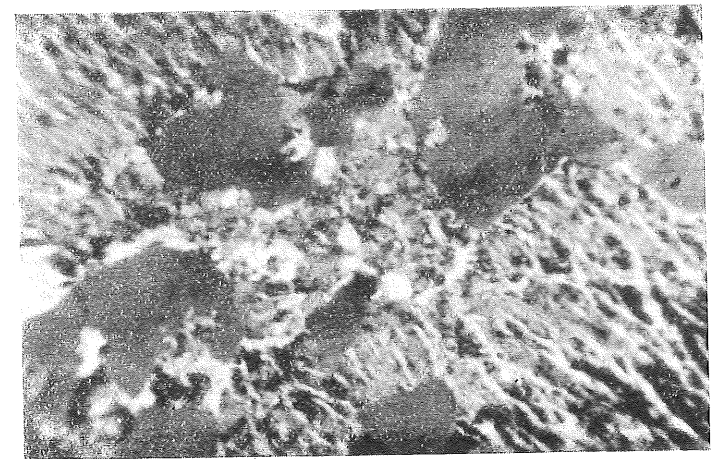
Fot. 41.—Granito grano grueso. Hoyo de Manzanares. Cristal de feldespato potásico pertitizado. N. C. 36 d.



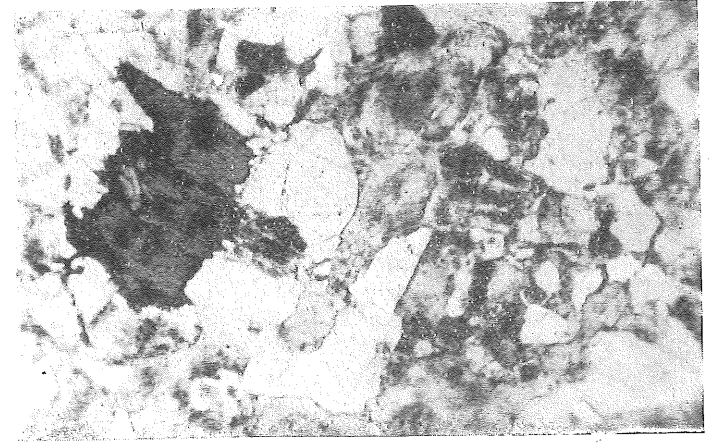
Fot. 42.—Gneis biotítico-moscovítico con silimanita. Valdemorillo. Asociación acicular de silimanita con biotita y moscovita. L. O. 150 d.



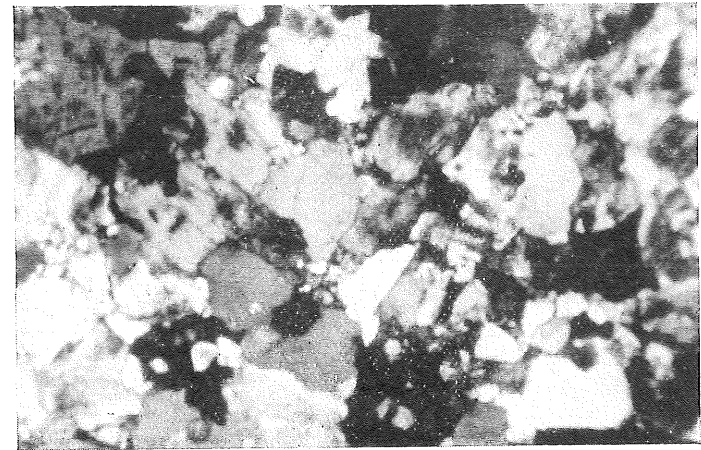
Fot. 43.—Pegmatita gráfica. Villalba. N. C. 13 d.



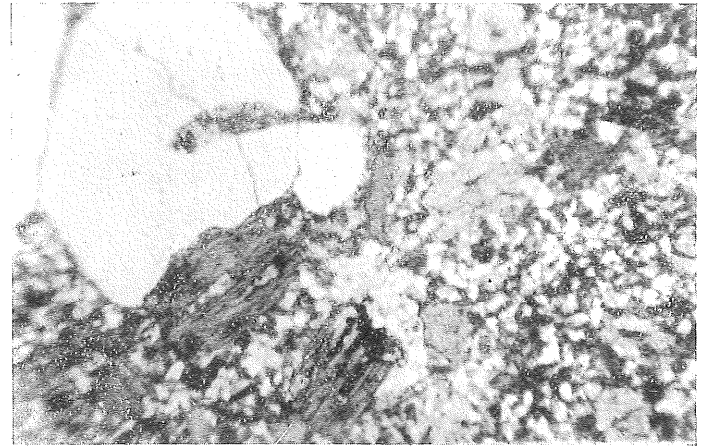
Fot. 44.—Pegmatita gráfica. Villalba. N. C. 13 d.



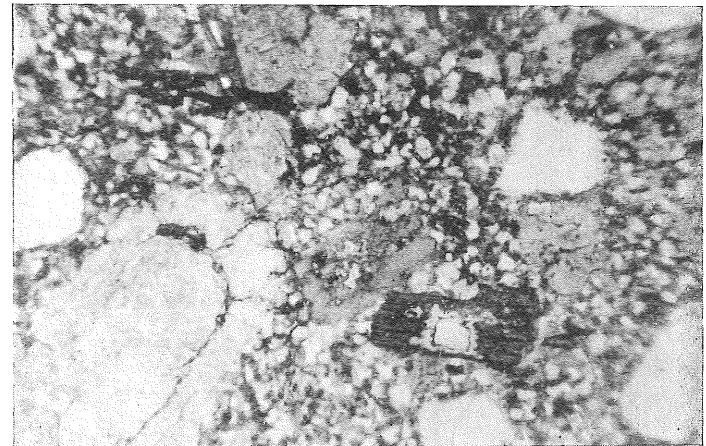
Fot. 45.—Aplita. Canteras de Villalba. Biotita, cuarzo y feldespatos algo alterados.
L. O. 15 d.



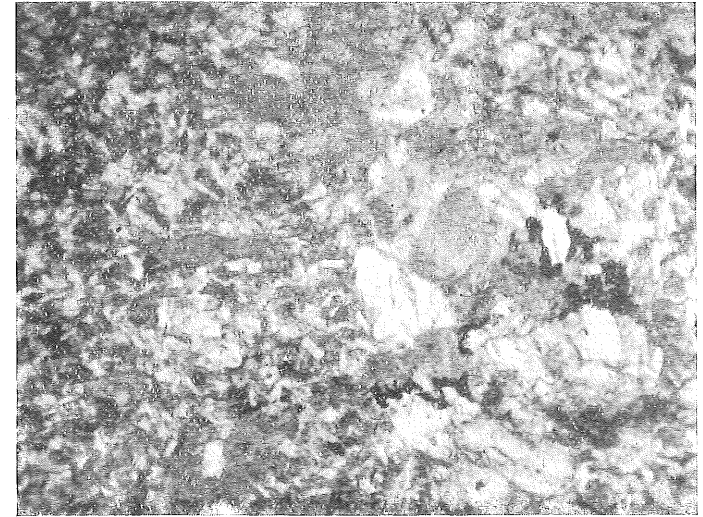
Fot. 46.—Aplita. Canteras de Villalba, N. C. 15 d.



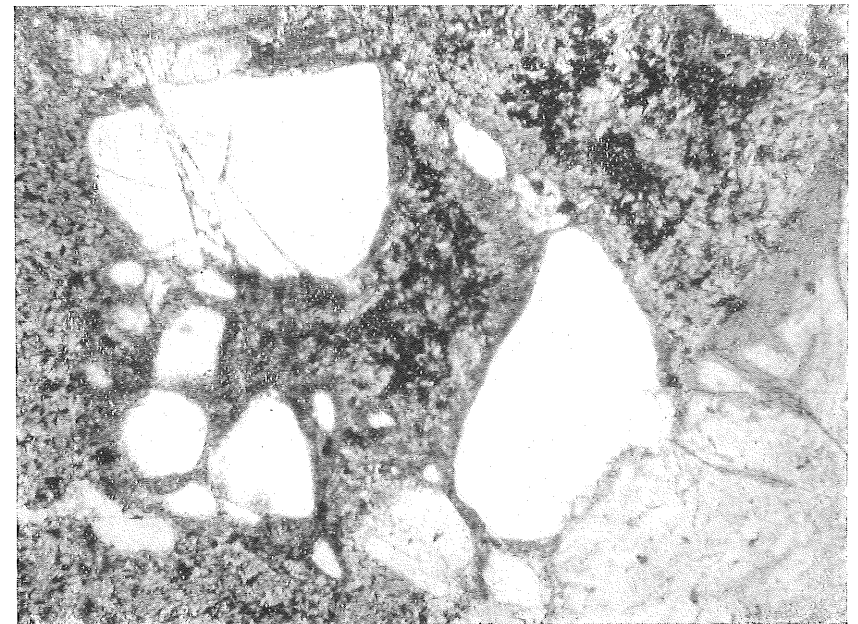
Fot. 47.—Pórfido granítico. Villalba. Fenocristales de cuarzo y biotita. L. O. 15 d.



Fot. 48.—Pórfido granítico. Villalba. Fenocristales de cuarzo, biotita y plagioclasa idiomorfa algo alterada. L. O. 15 d.



Fot. 49.—Lamprófidó anfibólico-plagioclásico. Entre La Navata y Villalba. L. O. 15 e.



Fot. 50.—Cristal aislado de cuarzo dentro de la roca básica en el borde de una inclusión. Arroyo Cuatel. L. O. 36 d,



Foto 51.—La facies detrítica con grandes cantos y bolos del Terciario superior en las cercanías del país cristalino. Carretera de Torreldones a El Pendolero.

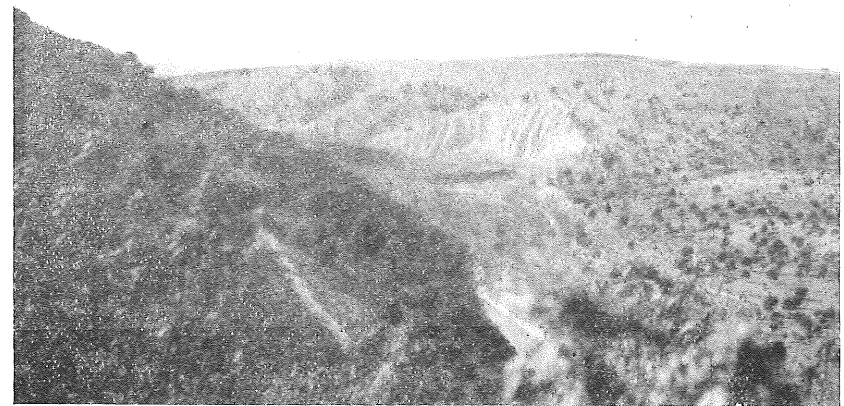


Foto 52.—El Terciario superior detrítico en la salida del río Guadarrama del país cristalino. Vista tomada desde las Casas del Canal.

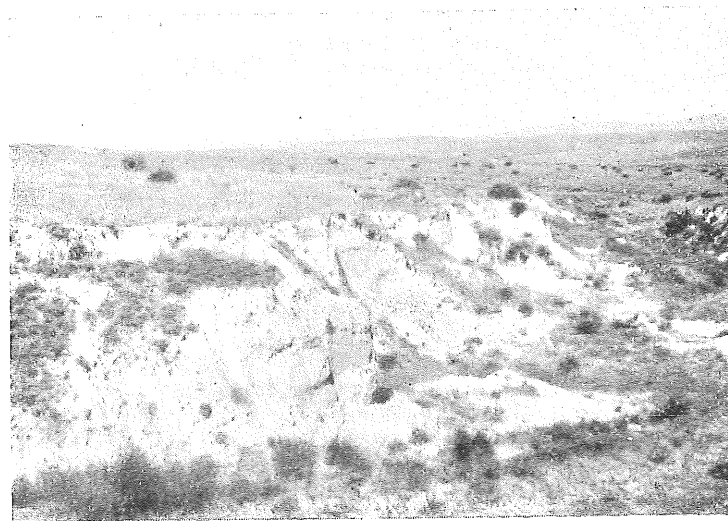


Foto 53.—Arenas arcósicas del Terciario superior en el kilómetro 21 de la carretera de La Coruña.

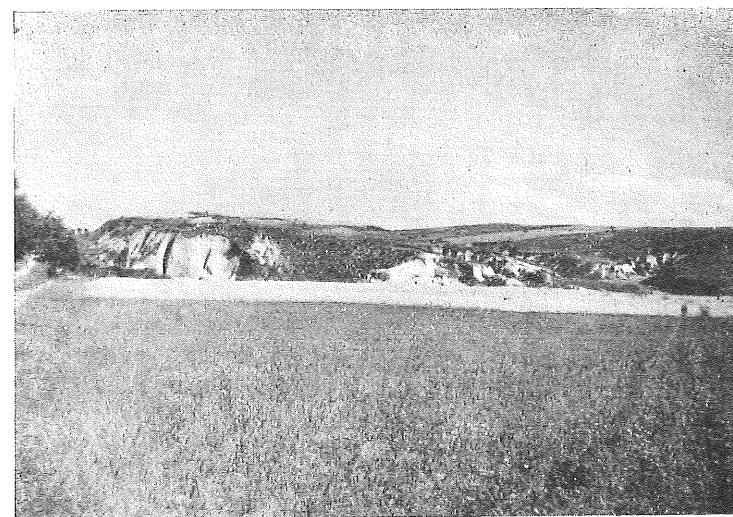


Foto 54.—El Terciario superior Arcósico, acarcavado en el kilómetro 4,400 de la carretera de Las Rozas-El Escorial.

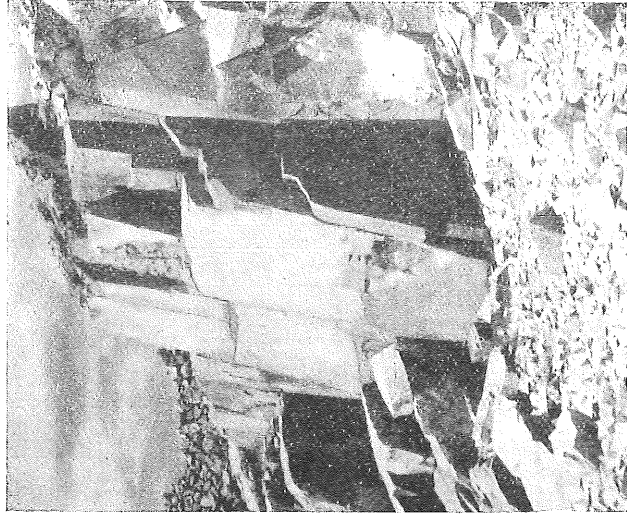


Foto 55.—Sistemas de diachasas en el granito de las proximidades de Zarzalejo. El sistema frontal tiene dirección NE.-SO.; el lateral (en sombras), dirección NO.-SE.

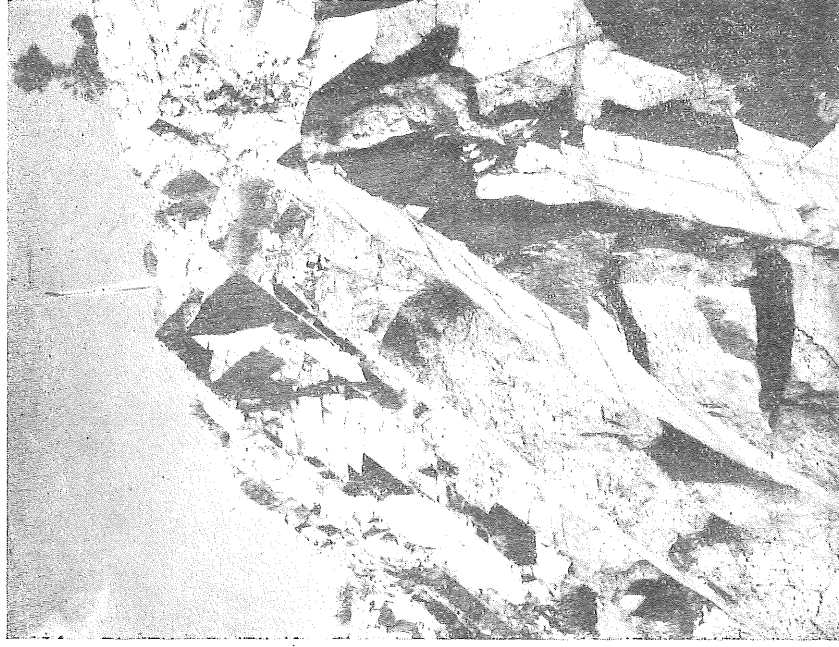


Foto 56.—Granito muy diachasado con fenómenos cataclásicos en la trinchera del km. 28 del ferrocarril Madrid-Villalba.



Foto 57.—Diaclasas con dirección E.-O., inclinadas hacia el N. en el granito del Valle de los Caídos.



Foto 58.—El granito del S. de la formación metamórfica de Abantos. Disyunción hacia el SE., concordante con la dirección tectónica principal.