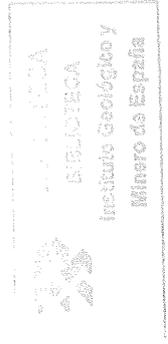


R. 16872

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 899

GUADALCANAL

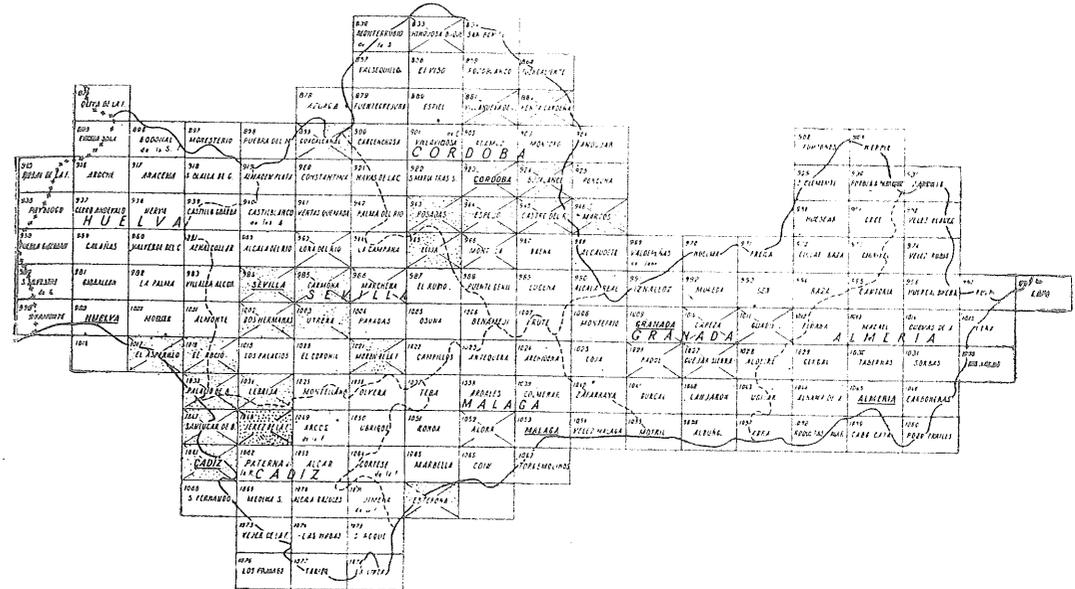
(BADAJOZ, SEVILLA, CORDOBA)

MADRID
Tip. - Lit. COULLAUT
MANTUANO, 49
1962

SEPTIMA REGION GEOLOGICA
SITUACION DE LA HOJA DE GUADALCANAL, NUMERO 899

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por los Dres. en Ciencias Geológicas don BERMUDO MELÉNDEZ y MELÉNDEZ y don FRANCISCO MINGARRO MARTÍN.

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



 *Publicada*  *En prensa*  *En campo*

Depósito legal: M. 6.225.—1958

PERSONAL DE LA SEPTIMA REGION GEOLOGICA

Jefe D. Manuel Pastor.
Subjefe D. Jorge Doetsch.
Ingenieros D. Juan Gavala Ruiz, D. Demetrio Santana, D. Indalecio Quintero
y D. Vicente Pastor.

INDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes y rasgos geológicos regionales	5
II. Rasgos de geografía física y humana	13
III. Estratigrafía	31
IV. Paleontología	51
V. Petrografía	69
VI. Tectónica	91
VII. Historia geológica regional	97
VIII. Hidrología subterránea	101
IX. Minería y Canteras	105
X. Bibliografía	111

ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLOGICOS REGIONALES

La Hoja de Guadalcanal, número 899 del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, está situada al N. de la provincia de Sevilla, en sus límites con las de Badajoz y Córdoba, comprendiendo los términos de *Guadalcanal* y *Alanís* de la provincia de Sevilla, el de *Malcocinado* de la de Badajoz, y el ángulo occidental de la provincia de Córdoba, donde está la antigua mina de carbón de Valdeinfierno.

Topográficamente corresponde a la parte occidental de Sierra Morena, y está surcada por los ríos Benalija y Onza, subafuentes del Guadalquivir. Comprende una región no muy accidentada, auténtica penillanura cruzada por sierras paralelas en dirección NW.-SE., y de una gran monotonía tanto geológica como topográfica.

Las vías de comunicación son escasas, y los núcleos de población muy alejados unos de otros; las condiciones climáticas son extremadas, tanto en invierno como en verano.

Todo ello explica que esta región no haya sido objeto de estudios geológicos detallados, pues además, la miseria carece realmente de importancia, y, a primera vista, no aparecen problemas geológicos de interés cuya solución hubiese atraído a los geólogos, como ocurre en otras regiones de la Península. El único mapa geológico existente era el 1:400.000, hoja número 43, cuya última edición data de 1918, y que, lógicamente, contiene algunas inexactitudes en relación con esta región.

Precisamente, nuestro interés por esta comarca tiene su punto de partida en una visita realizada en el año 1947, acompañando al Prof. W. J. JONGMANS, a la cuenca carbonífera de Valdeinfierno, al comprobar que la edad geológica de dicha cuenca era muy distinta de la que se suponía: en realidad correspondía al Culm, y en el mapa aparecía como Estefaniense (29) (*).

(*) Las citas de números entre paréntesis corresponden a la numeración de la *Bibliografía*, incluida al final de esta Memoria.

Otras visitas realizadas posteriormente, en compañía del mismo profesor, a diversas cuencas carboníferas del S. de la provincia de Badajoz y N. de la de Sevilla, nos vinieron a demostrar la necesidad de acometer una seria revisión de toda la geología regional (31), lo cual llevamos ahora a cabo, iniciándolo con la Hoja de Guadalcanal.

La única cartografía existente de esta región era el mapa topográfico a escala 1:50.000, que también data de una fecha muy atrasada, de 1922, faltando en él la mayoría de las carreteras que ahora existen, cuyo trazado sobre el mapa hemos llevado a cabo con el auxilio de la fotogeología, tomando como base las fotografías aéreas estereoscópicas de la región. El estudio fotogeológico previo nos ha permitido desde un principio delimitar los principales conjuntos litológicos, así como los rasgos tectónicos generales, todo lo cual ha sido luego comprobado sobre el terreno.

A. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Los primeros estudios sobre la región que nos ocupa, fueron realizados en 1830 por el geólogo francés F. LE PLAY (36) al realizar un reconocimiento de carácter minero en las comarcas extremeñas y andaluzas, en el que se contienen algunos datos sobre la geología regional, pero de escaso valor geológico, por no ser éste el objetivo perseguido en sus estudios.

En 1841, el mismo geólogo francés vuelve a ocuparse de la geología de esta región (37), tocando por primera vez temas relacionados con el Carbonífero de Fuente del Arco, donde aún actualmente se explota una capa de carbón de cierta importancia, y que se puso en explotación en aquella época, gracias precisamente a los trabajos de LE PLAY.

El hecho de que esta localidad, y la cuenca carbonífera correspondiente, queden muy próximas a nuestra zona de trabajo, confiere especial interés a los estudios de LE PLAY, pero el carácter narrativo y puramente descriptivo de su obra, y un cierto desorden en los datos consignados, hacen que sea difícil obtener de ella conclusiones de interés.

Con posterioridad aparecen numerosos trabajos de diversos autores, casi todos encaminados a realizar estudios particulares o locales, limitándose la mayoría de las veces, por lo que a la geología regional se refiere, a repetir los datos de LE PLAY, añadiendo simplemente alguna observación propia de escaso interés.

Entre 1850 y 1854, el geólogo español F. DE LUJÁN (38, 39) recopila la obra de LE PLAY y trata de sintetizar todos los trabajos aparecidos hasta entonces en la región que nos ocupa, presentando algunos cortes geológicos

que esbozan los primeros datos concretos estructurales de esta parte de Sierra Morena.

En la publicación del geólogo francés M. LAN, aparecido en 1857 (34), encontramos algunos datos nuevos sobre minería y geología del N. de la provincia de Sevilla, pero en realidad los primeros trabajos serios sobre esta región se debieron al geólogo inglés, nacionalizado en España, JOSÉ MACPHERSON, que en 1879 publicó una importante monografía (40) que comprende un detallado estudio geológico y petrográfico del N. de la provincia de Sevilla.

La obra de este insigne geólogo tuvo una enorme trascendencia científica, sobre todo en el campo de la Petrografía, y por lo que a nuestra región se refiere, además de describir numerosas rocas eruptivas, granitos y diabasas, supo establecer una primera serie estratigráfica para el Paleozoico inferior, Cámbrico-Silúrico, que sitúa discordante sobre los terrenos por él llamados estrato-cristalinos, con un conglomerado basal.

MACPHERSON definió por primera vez el Cámbrico de Sierra Morena, gracias al afortunado hallazgo de un *Arqueociático* que fue estudiado por ROEMER (63, 42), en El Pedroso, y estableció un primer corte geológico de estos terrenos, entre Guadalcanal y Malcocinado, y otro, entre San Nicolás del Puerto y Villaverde del Río, que con todos sus errores de interpretación nos dan una primera secuencia estratigráfica del Cámbrico de Sierra Morena.

La obra de MACPHERSON se vio limitada por dos circunstancias: una, lo restringido de la zona por él estudiada, que no le permitió obtener conclusiones definitivas respecto a la geología regional, y otra, el no haber podido dar cima a numerosos problemas que se planteó y que al fin quedaron sin resolver por falta de datos, limitándose las más de las veces a tratar puntos demasiado concretos.

La mayoría de los trabajos que se publican a continuación, se limitan a repetir los datos de MACPHERSON, con la única excepción de CALDERÓN, que en 1892 (3) aporta nuevos datos sobre la edad geológica de las cuencas carboníferas de Bélmez (Córdoba) y Villanueva del Río (Sevilla), mencionando por primera vez la flora fósil de la cuenca de Guadalcanal.

En 1896 publica MALLADA el tomo correspondiente al Cámbrico y Silúrico de su Explicación del Mapa Geológico de España (47), que constituye la mejor recopilación de cuantos datos se conocían hasta entonces de la región que nos ocupa, intentando extrapolar los datos obtenidos por EGOZCUE en la provincia de Cáceres, y generalizando conceptos de índole paleontológica, tomados de diversos autores, lo cual hace que sus conclusiones no sean absolutamente rigurosas.

A continuación publica MALLADA el tomo dedicado al Carbonífero (48),

en el que incluye un breve comentario sobre las cuencas de Guadalcanal y San Nicolás del Puerto. De la primera apenas se ocupa, diciendo que carece de interés industrial; de la segunda da una primera secuencia estratigráfica con pizarras, samitas y pudingas, mencionando tres capas de carbón de espesor insignificante, y aludiendo a pizarras con restos vegetales que no determina.

Posteriormente aparecen diversos trabajos, principalmente de índole minera, que de hecho no aportan nada nuevo sobre la región de Guadalcanal, ni siquiera F. DE LAS BARRAS, en su descripción que titula geológico-mineralógica de la provincia de Sevilla (2), dice nada sobre los problemas que conciernen a esta región.

Un primer dato concreto —que, como luego veremos, era falso— fue aportado por CARBONELL en 1916, sobre la edad geológica de la cuenca carbonífera de Valdeinfierno (4), y poco después LACAZETTE (33) se ocupa de la de Los Santos de Maimona, situada al N., fuera de la Hoja.

Muchos son los trabajos que se van publicando sobre temas mineros o fisiográficos, que de hecho no aportan nuevas luces sobre la geología local (8, 16, 17, 18, 35, 43, 44, 56) (*), permaneciendo sin aclarar la edad geológica de las cuencas carboníferas referidas, que continúan estando mal delimitadas, y son atribuidas en su conjunto al Carbonífero superior, basándose simplemente en la edad establecida por LACAZETTE para algunas de las cuencas de Badajoz.

En 1935 se publica el primer tomo de la "Explicación del nuevo Mapa Geológico de España", que comprende la descripción de las rocas hipogénicas y estrato-cristalinas (69), y la importante monografía sobre el Cámbrico de España, de H.-SAMPELAYO (25), pero en conjunto, no hacen otra cosa que resumir todos los datos hasta entonces conocidos sobre la región que nos ocupa.

Los trabajos monográficos detallados de nuevo estilo, sobre el Cámbrico de Sierra Morena, se realizan a partir de 1939 por los esposos RICHTER (60, 61), que estudian faunas de *Trilobites* en Alanís y en Cala (Huelva), asignando a las pizarras de Alanís edad potsdamiense, y por W. SIMON (73, 74, 72, 75, 76), que hace una minuciosa revisión de los *Arqueociátidos* de la Sierra de Córdoba, descubiertos en 1918 por el Prof. E. H.-PACHECO, estudia la génesis de las calizas "tableadas" del Cámbrico medio, y algunas cuencas hulleras, especialmente la de San Nicolás del Puerto, cuya edad

(*) Por excepción, en la *Guía geológica* publicada con motivo del XIV Congreso Geológico celebrado en Madrid (15), el Prof. E. H.-PACHECO presenta un interesante corte geológico del Cámbrico al S. de Guadalcanal, resultado de sus observaciones personales en esta región.

geológica fija en el Estefaniense superior. Al mismo tiempo, HARTUNG (12) fija también la edad estefaniense de algunas cuencas del S. de la provincia de Badajoz, y cita los primeros hallazgos de plantas fósiles en la cuenca de Guadalcanal, que también asigna al Estefaniense.

Durante los trabajos destinados a la consecución de la tesis doctoral de uno de nosotros (51), en 1941, descubrimos una formación de calizas con *Arqueociátidos* en Alconera, al NO. de la región (50), lo cual nos sirvió para establecer la continuidad de estas calizas biohermales desde Sierra Morena, donde con anterioridad habían sido halladas, y entre los itinerarios recorridos en esta región, para estudiar la estratigrafía del Cámbrico, hubo uno, el de Malcocinado-Alanís, que cae justamente dentro de la Hoja de Guadalcanal. La secuencia estratigráfica entonces estudiada, fue un punto de partida para el estudio ahora llevado a cabo, aunque según hemos podido comprobar tenía un error básico de interpretación, al considerar potsdamienses las formaciones pizarrosas que realmente son georgienses, lo cual nos daba una secuencia estratigráfica invertida.

Este error estratigráfico, inicialmente debido a RICHTER (60), y el suponer que las calizas con *Arqueociátidos* representaban todo el Acadiense, han sido causa de que, hasta hace muy pocos años, no hayamos podido disponer de una columna estratigráfica del Cámbrico que se ajustase a la realidad.

La solución de este importante problema surgió de una manera impenzada, al estudiar primero el Cámbrico de Marruecos y luego el de Portugal, llevado a cabo por NELTNER y POCTEY (53, 54), por WILSON (83) y por TEIXEIRA (80), siendo finalmente rectificado por el mismo RICHTER (62), resultando que la famosa fauna de *Saukianda*, atribuida al Potsdamiense, era realmente georgiense: la secuencia estratigráfica del Cámbrico estaba invertida, y era necesario rectificar. El trabajo más importante, en esta línea de rectificación, ha sido realizado recientemente por el geólogo noruego G. HENNINGSMOEN, al describir una importante fauna de *Trilobites* georgienses en las cercanías de Alanís (13), en una localidad donde nosotros mismos hemos encontrado luego nuevos fósiles.

Por lo que al Carbonífero se refiere, fue importante la rectificación de la edad geológica de la cuenca de Valdeinfierno, llevada a cabo por el profesor JONGMANS (28, 29), y posteriormente, los datos obtenidos al estudiar diversas cuencas hulleras del S. de la provincia de Badajoz (31). Desgraciadamente, el Prof. JONGMANS falleció en 1957, sin haber llegado a estudiar las cuencas comprendidas en nuestra Hoja.

Se suceden luego estudios detallados sobre diversas cuestiones de índole geomorfológica, paleontológica o estratigráfica en regiones circundantes a

la nuestra: en la provincia de Badajoz, por F. H.-PACHECO (19 a 24), JONGMANS (31); en Sevilla, SIMON (76, 77, 78); en Portugal, TELXEIRA (81), pero nada nuevo se añade al conocimiento de esta región de Guadalcanal: sus cuencas hulleras siguen sin delimitarse; ni siquiera se conoce con exactitud su número, y la misma cuenca de Valdeinfierno ha quedado sin delimitar, sin cartografiar y sin estudiarse su estratigrafía.

En 1956, los profesores F. H.-PACHECO y ROSO DE LUNA publican las hojas de Llerena y Fuente de Cantos (67, 68), contiguas a la nuestra, que representan los primeros trabajos geológicos serios de conjunto que aparecen en esta región, obteniendo las primeras conclusiones de verdadero valor científico, y empezándose a conocer exactamente la estructura geológica regional. Comparando los datos consignados en estas hojas con los obtenidos en nuestro estudio, se advierte la diferente edad geológica de las cuencas hulleras, lo cual nos hace pensar que su formación no fue contemporánea, sino que se depositaron en épocas sucesivas del Carbonífero, en una región en la que, sin duda, existió durante mucho tiempo una depresión adecuada a la formación de estas cuencas de sedimentación, cuya edad geológica oscila desde el *Culm* al *Autuniense*, pasando por el *Namuriense*, *Westfaliense* y *Estefaniense*.

B. RASGOS GEOLOGICOS

Desde el punto de vista geomorfológico y fisiográfico, el territorio comprendido en la Hoja de Guadalcanal se puede considerar conformado por dos penillanuras a diferente nivel, que suponen dos periodos sucesivos de erosión y de levantamiento distintos.

Estas penillanuras quedan cruzadas por relieves residuales orientados en dirección NW.-SE., de acuerdo con la litología del terreno (calizas y cuarcitas), que provoca una erosión diferencial.

La red fluvial, encajada en estas penillanuras, discurre por valles amplios en las zonas pizarrosas y cruza los relieves residuales mediante profundas gargantas; por ejemplo, el río Benalija, a su paso por Alanís.

Toda la región comprendida en esta Hoja está formada por un zócalo paleozoico antiguo, cámbrico-silúrico, muy tectonizado y en parte metamorfizado, en el que predominan las pizarras, cuarcitas y calizas marmóreas; y sobre él se asientan un cierto número de cuencas carboníferas, cuya disposición se adapta al relieve de aquella época.

El zócalo paleozoico antiguo comprende los tres pisos del Cámbrico: el *Georgiense* definido por una fauna de *Trilobites* característicos (fauna de *Saukianda*); el *Acadiense*, esencialmente calizo, se desarrolla a partir de una

serie de biohermios formados por *Arqueociátidos*, que se intercalan entre las calizas y las pizarras georgienses; el Potsdamiense, pizarroso, se desarrolla por encima de los niveles de calizas, y forma una amplia penillanura que ocupa la parte central de la Hoja, orientado de NW. a SE.; ésta es la dirección predominante en toda la tectónica regional, que puede considerarse fundamentalmente hercínica.

Del Silúrico sólo están representados los niveles inferiores del Ordoviciense, formados en su base por cuarcitas con *Bilobites* y luego por pizarras, que también dan lugar a otra penillanura que ocupa el tercio nordeste de la Hoja.

Estructuralmente, el zócalo paleozoico antiguo está constituido por la sucesión de un anticlinorio (al SW.) y un sinclinorio (en la parte central) cámbricos, sobre los que se superpone el Silúrico en una estructura anormal, probablemente una cobijadura, cuyo frente se orienta de NW. a SE.

Todo este conjunto está fuertemente fracturado en dos direcciones principales, y a favor de estas fracturas han surgido una serie de rocas eruptivas: un *batolito granítico*, situado al W. de Malcocinado, y una serie de *diques diabásicos* que cruzan el sinclinorio cámbrico entre Alanís y Malcocinado. Relacionados con estos asomos de rocas eruptivas, existen en la región varios criaderos de minerales (principalmente de cobre y barita), que han sido explotados con variado éxito, y que actualmente están abandonados.

La cuenca carbonífera de Valdeinfierno, cuya edad geológica corresponde al *Carbonífero inferior* (*Culm*), forma un sinclinal bastante acentuado, y está colmatada en su mayor parte por pudingas y areniscas. Allí se localiza una capa de carbón, que fue explotada hace muchos años, y que ahora está abandonada.

Todas las demás cuencas carboníferas, situadas en la mitad SW. de la Hoja, corresponden al *Carbonífero superior* (*Estefaniense*), estando bien datadas por una flora fósil característica, en la que predominan los *Pecopteris*. Sus estratos están prácticamente horizontales, y son totalmente estériles en capas de carbón.

En la región comprendida en esta Hoja no existen sedimentos de edad posterior al Carbonífero superior, no pudiendo considerarse como tales los escasos espesores de tierras de labor, que constituyen una simple alteración superficial de los terrenos paleozoicos subyacentes.

La red fluvial, encajada en el zócalo paleozoico antiguo, no ha depositado sedimentos de consideración, predominando en todas partes la acción erosiva y de arrastre sobre la de sedimentación.

RASGOS DE GEOGRAFIA FISICA Y HUMANA

A) GENERALIDADES

La Hoja de Guadalcanal se localiza en plena Sierra Morena, al N. de la provincia de Sevilla, y lindando con las de Badajoz y Córdoba; por lo tanto, la mayor parte de su superficie pertenece a Sevilla; sólo presenta dos enclaves, uno al N., perteneciente a Badajoz, en el término municipal de Malcocinado, y otro al NE. perteneciente a Córdoba, en el municipio de La Cardenchoa.

Representa la Hoja de Guadalcanal una comarca relativamente llana, con un desnivel máximo en la Hoja de unos 500 metros, correspondiendo su mayor altura a los 918 metros en la Sierra del Viento, al NW. del pueblo de Guadalcanal, y al vértice Hamapega, con 907 metros, donde actualmente se ha construido una emisora de televisión para Andalucía y Extremadura. El país es, según hemos indicado, no excesivamente montañoso, pero sí quebrado, tortuoso y laberíntico, de difícil acceso y penoso de recorrer.

En toda la extensión de la Hoja, tan sólo se encuentran tres núcleos de población; esto indica lo deshumanizado del paisaje en esta comarca, que, como es natural, se enlaza por escasas y mal conservadas vías de comunicación, resultando numerosos parajes casi inaccesibles (por encontrarse lejos de poblados) que solamente se pueden recorrer a pie o en caballería.

B) OROGRAFIA

El relieve de la Hoja de Guadalcanal es relativamente variado, dentro de la monotonía que lo caracteriza, ya que en un sentido amplio podemos considerar cuatro tipos distintos de relieves que, entremezclados más o me-

nos entre sí, definen y significan la orografía de estas zonas andaluzas: las elevaciones montañosas, la meseta alta, la meseta baja y los valles.

Las características litológicas, estructurales y erosivas de la zona, expresan y marcan los factores principales, constituyendo y determinando el relieve del país; ésta es la causa de presentarse marcadamente orientadas de NW. a SE. todas las alineaciones montañosas y principalmente las redes fluviales.

Por otra parte, la acción erosiva de la red fluvial está mucho más marcada en estas zonas andaluzas que en las colindantes extremeñas, ya que tal red pertenece a la del Guadalquivir, mientras que en aquellas comarcas sus aguas principalmente afluyen al Guadiana. Hay ríos que, aun con el mismo nivel de base, su perfil de equilibrio no se encuentra igualmente desarrollado, lo que hace que en puntos análogos el nivel de base para unos y otros de sus afluentes presente grandes diferencias de cota. Esta diferencia de cota entre ambos niveles de base repercute forzosamente en la acción erosiva de sus afluentes y arroyos, originando en los terrenos de la Hoja que estamos estudiando una erosión mucho más acentuada que llega, a veces, a originar verdaderos relieves laberínticos y extremadamente complicados, puesto que el poder erosivo de la red del Guadalquivir es mucho mayor que el del Guadiana.

Analizados sucintamente los principales factores moldeadores del relieve, vemos las características más señaladas de cada tipo. En primer lugar, hemos de destacar las altas elevaciones que cruzan la zona en la dirección indicada NW. a SE., comenzando en las proximidades del pueblo extremeño de Fuente del Arco, de la vecina hoja de Llerena, a originar la Sierra del Viento; lentamente va perdiendo altura, pasando al N. del pueblo de Guadalcanal y prolongándose hacia Alanís por las Lomas de la Humorada.

Casi como prolongación de la Sierra de San Miguel, y al S. del mencionado pueblo andaluz de Guadalcanal, comienzan nuevas orientaciones orográficas con la Sierra del Agua, que se prolonga hacia el SE. por las Lomas Hamapega, con su máxima elevación en el vértice geodésico de este mismo nombre, de 907 metros.

Estas alineaciones, que constituyen las principales orientaciones orográficas de esta parte de Sierra Morena, presentan una anchura no superior a los 1.500 metros, mostrando unas características netamente asimétricas, con pendientes relativamente suaves hacia el NE., mientras que las laderas meridionales son abruptas y escabrosas. Así, por ejemplo, en Hamapega la ladera septentrional presenta una pendiente aproximada del 14 por ciento, mientras que la meridional es superior al 33 por ciento.

Los mencionados relieves se suavizan al prolongarse hacia el SE., a partir

de Alanís, desde el Cerro Guindales, donde se entroncan, presentando una relativa isoaltitud de unos 650 metros, al tiempo que se extienden en sentido norte-sur.

De esta forma, encontramos otro tipo de relieve, la meseta alta, con una anchura de unos 10.000 metros y sólo interrumpida por algunas depresiones y elevaciones de escasa importancia.

Esta planicie alta puede limitarse por una línea de dirección E.-W. que llegue desde las proximidades de Fuente del Arco hasta el pueblo de Malcocinado, también de la provincia de Badajoz. Alineación definida a modo de jalones por los cerros de Cornucosa (675 m.), la Serreta de Valdegamo (651 m.), el Cerro de la Bomba (650 m.), La Pajarera y Malcocinado. A esta altura el límite toma nuevamente la orientación normal en el país, NW.-SE., constituyéndose la Loma de Botijuela y la Loma de Quiruela, con el cerro del mismo nombre, de 731 metros, prolongándose hacia el SE. por la Loma del Canario, con el vértice del mismo nombre, de 721 metros, donde se entronca con la Loma de Píngano, que corriendo en dirección más ecuatorial contiene el vértice de Florencio, de 731 metros.

Este relieve de meseta alta, presenta rota la monotonía que lo caracteriza, por la existencia de pequeños montículos y relieves residuales, como el Cerro Gallego, de 785 metros, en cuya ladera NE. se presenta una depresión erosiva, debida al arroyo de San Pedro de Galindón, y, como en el caso del relieve antes tratado, hemos de hacer notar aquí también la asimetría de los pequeños relieves que se definen en la comarca.

Como representante de antigua penillanura alta, mucho más extensa de la anteriormente tratada, pero formando parte de la misma orogenia que estamos tratando, hemos de indicar los restos existentes en la parte NE. de la zona, representados por la Sierra de Recuero, que pasa por el punto Tres Mojones, donde se limitan las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz. En su extremo E. destaca el vértice Peñita, de 714 metros, y al NNW. el Miradorcillo, de 655 metros.

Un tercer tipo de relieve lo constituyen las zonas bajas, las vallonadas ocasionadas por la erosión normal de la red fluvial existente en la zona.

El río Sotillo, casi en su totalidad localizado en la hoja de Azuaga, y el Onza, afluentes del Bembezar en la parte nororiental de la comarca, así como el arroyo del Benalija, afluente del Viar, son, con sus emisarios correspondientes, los que definen estas partes bajas de la comarca.

Ambos ríos son afluentes del Guadalquivir, y si bien la distancia de su desembocadura expresa un nivel distinto de base para ambas cuencas, en la zona que estamos estudiando se registran cotas de 300 metros, pero tenemos que tener en cuenta que la red correspondiente al río Viar en esta

comarca, ha reducido considerablemente su poder erosivo, al fijarse moderadamente un nivel de base más alto, con la construcción del embalse del Pintado, que eleva a la cota de 320 metros el nivel de base para esta zona, siendo ésta la causa de encontrarse amplias zonas erosivas, que en la actualidad casi no tienen explicación, al fijarnos tan sólo en las características hidrográficas del territorio.

De todas formas, este cambio del nivel de base no ha sido suficiente como para dar lugar a una absoluta negación erosiva e incluso original de llanuras estructurales, que dieran lugar a la constitución de un quinto tipo de relieve.

Entre estas zonas bajas y las anteriormente tratadas, y a partir de la cota de los 450 metros aproximadamente, se determina una nueva zona de planicie, la meseta baja, que, aun rejuvenecida como la anterior, muestra estos caracteres más acentuados, y que presenta una mayor extensión en la parte norte de la región que nos ocupa, dominando ampliamente los terrenos comprendidos entre Guadalcanal y Valverde de Llerena, en la hoja de Azuaga.

La meseta baja, con cotas oscilantes entre los 500 y 550 metros, no muestra grandes variaciones de relieve, ni siquiera cerros testigos o relieves residuales, expresándose las diferencias de cotas en un paulatino descenso de la superficie de penillanura hacia el E. en la zona septentrional y hacia el oeste en la meridional, como reflejo de los agentes erosivos antes mencionados.

C) HIDROGRAFIA

Los cursos de agua existentes en la Hoja de Guadalcanal son de relativa escasa importancia, ya que en ella presenciarnos únicamente los nacimientos fluviales de cierto número de arroyos afluentes de los dos principales ríos del país, el río Bembezar y el río Viar; el primero escasamente representado en el ángulo NE. de la Hoja, y el segundo que corre muy al S. de la misma, por lo que no surca los terrenos aquí representados.

La ya tratada alineación montañosa, que cruza la Hoja estudiada en dirección NW. a SE., según la línea marcada por los pueblos de Guadalcanal y Alanís, es, en términos generales, la divisoria de aguas entre ambas cuencas fluviales, ya que se prolonga hasta el pueblo extremeño de Fuente del Arco, en la hoja de Llerena, y del andaluz de San Nicolás del Puerto, en la hoja inferior de Constantina.

Todos estos cauces se desarrollan sin grandes anomalías, discurriendo con toda normalidad y amoldándose a las irregularidades del terreno, denun-

ciando con su erosión, de una manera muy especial, las distintas constituciones de los terrenos que definen la geología del país; asimismo la tectónica, especialmente la de fracturas, facilita espontáneamente la construcción de los cauces fluviales y por lo tanto les imprime un carácter especial, un tanto meandrino, que en las aguas de los cursos de cierta importancia y constancia de caudal, se amolda a la encrucijada de fallas, definiendo un trazado sinuosidal.

No es, por tanto, este trazo sinuoso de los cruces el reflejo de un carácter senil de los cursos de agua, sino más bien la denuncia de una complicada tectónica de fracturas que favorece la erosión fluvial en determinadas direcciones.

Resulta muy frecuente encontrar ciertos codos y ángulos fuertes en estos cursos fluviales, que tampoco siempre hemos de considerar como "codos de captura", sino más bien como causa de fracturas en el terreno, o de determinadas estructuras que obligan o favorecen el discurso de las aguas en esas direcciones.

La primera red hidrográfica que vamos a considerar es la del río Bembezar, que discurre por la parte noroccidental de la comarca, afectando a la Hoja sólo alguno de los afluentes de la vertiente derecha.

El principal afluente del Bembezar es el río Sotillo, que naciendo en la provincia de Badajoz encauza sus aguas corriendo en dirección W.-E. casi en su totalidad, hasta verterlas en el río Bembezar, en las proximidades de la provincia de Córdoba, por la comarca de Valdeinferno, después de haber recorrido unos 42 kilómetros, con una pendiente media de 0,5 por 100.

De los afluentes que crecen su caudal, sólo consideraremos los procedentes de su margen derecha, por discurrir dentro de los terrenos que nos ocupan, designando tan sólo el arroyo de la Canaleja, que conduce sus aguas, engrosadas con las del Zarza, ambas procedentes de las fuentes localizadas en la ladera norte de la Sierra del Viento.

Uno de los principales afluentes del río Sotillo lo constituye el arroyo de Guaditoca, que recibe como principal emisario el arroyo de Esteban Yáñez por su ladera izquierda, arroyo que nace a expensas de la unión de otros varios arroyos y escorrentías que forman en realidad el drenaje natural de casi toda la Sierra del Viento. Por la derecha recibe el arroyo de Tres Bodegas, que naciendo en las proximidades del cortijo de Urbana engrosa su caudal con los arroyos de Los Barrancos de Miguel y Caño Simé, que drenan el borde septentrional de la Loma de Hamapega; aguas abajo crece el caudal del Guaditoca con el arroyo de Velillas, el del Pino y el de las Calerillas, ya próximo a la unión con el de Esteban Yáñez, y por último, el del tortuoso arroyo del Vallehermoso.

El resto de las aguas que aumentan el cauce del río Sotillo carecen de importancia y podemos consignarlas como simples torrenteras, aunque algunas tengan un cauce muy largo y a veces caudaloso, pero siempre manteniendo su carácter torrencial y esporádico.

Nos queda tan sólo para concluir con el estudio de la red fluvial del río Bembezar, aunque sólo sea el mencionar, el río Onza, que nace en la confluencia de una serie de torrentes de la Loma de la Urbana y sus proximidades, al NW. de Alanís y SW. de Malcocinado. Con un cauce bastante sinuoso, corre por la provincia de Sevilla a unos dos kilómetros aproximadamente al S. de los linderos que separan esta provincia de la de Badajoz y Córdoba, adentrándose al final de su curso en esta última provincia, para engrosar las aguas del río Bembezar, unos 10 kilómetros al S. de haberlo hecho el río Sotillo.

En el primer tramo de su recorrido toma las aguas salvajes y de torrenteras, encauzándolas bajo el nombre de arroyo de la Encarnación, hasta recoger las procedentes del arroyo del Cerezo, que, junto con el de Cazuelas, drenan las elevaciones calizas del N. de Alanís, desde el Cerro Capitán a la Loma del Aire; englobados estos dos cauces, forman el verdadero río Onza, que toma dirección sensiblemente noroccidental, engrosándose su caudal con escasos torrentes y escorrentías; toma posteriormente rumbo al saliente y, en seguida nuevamente tuerce hacia el SE., se junta con las aguas de la rivera de Onza, que es su principal y casi único afluente por la margen izquierda, la cual comienza a formarse en las proximidades de Malcocinado, constituyéndose el arroyo Machona, que, después de recibir por la derecha las aguas del Torcano, formado por la unión de los arroyos de Encinilla y de la Giganta, da lugar a la rivera de Onza, que después de adaptarse a una línea general de fractura, mezcla sus aguas con las del río Onza, continuando ambos juntos con la misma dirección suroccidental. A partir de este punto, son casi nulos los afluentes que mezclan sus aguas con el río Onza.

Por la izquierda no merece destacarse ningún arroyo o torrente; y por la derecha, tan sólo se debe mencionar el barranco de Hierro, Onza, arroyo de Gavilanes, el arroyo de Lucas y, por último, el más importante, al menos por su longitud, aunque sus características no sean excesivas: el arroyo de Fuente Juana y del Ventilillo.

La segunda red fluvial que hemos de considerar, también afluente del Guadalquivir y representada en esta Hoja, corresponde a la rivera de Huesna, que naciendo al E. de Alanís pasa hacia San Nicolás del Puerto, definiendo el valle, aprovechado posteriormente por la línea férrea de Sevilla a Cáceres; hasta San Nicolás del Puerto corre sensiblemente con dirección

norte-sur para llegar al gran río español, mezclando sus aguas en las cercanías del pueblo andaluz de Tocina.

La rivera de Huesna se constituye como tal a la altura de San Nicolás del Puerto, por la confluencia de una serie de arroyos de mayor o menor interés, que drenan toda la Loma del Aire y la Loma de Píngano, desde el Cerro Gallego hasta Cabezo Ramiro. Los principales arroyos procedentes de la margen izquierda se disponen en forma de abanico, para confluir en el de San Nicolás del Puerto, casi en los límites meridionales de la Hoja de Guadalcanal.

En primer lugar, y como verdadera iniciación de esta rivera, se considera el arroyo de San Pedro o de Galindón, que bordea la Dehesa, uniéndose luego con el de Reyerta, engrosado con las aguas del Tiriñuelo. Posteriormente crece el caudal por el arroyo de los Perales, que nace en Cabezo Ramiro.

Hemos de tratar finalmente de la red fluvial del río Viar, afluente también del ya mencionado río Guadalquivir, red representada en nuestra Hoja por las cabeceras y nacimientos de algunos de sus afluentes de la margen izquierda, principalmente la rivera de Benalija.

La rivera de Benalija comienza a formarse por aportes de aguas procedentes de la Loma de la Urbana, que, como ya hemos visto, es uno de los más característicos centros hidrográficos de la comarca. Atraviesa el sistema orográfico central de la zona y toma dirección sensiblemente N.-S. durante unos 13 kilómetros aproximadamente, para tomar entonces dirección NW., desapareciendo de la Hoja antes de llegar a la Sierra de Guadalcanal, en la hoja colindante de Puebla del Maestre.

Por la ladera izquierda son casi nulos los aportes de aguas recibidos por esta rivera, al menos formando cursos constantes que, de una manera más o menos regular, engrosen el caudal de la rivera de Benalija. Cabe tan sólo citar, como más importantes, los arroyos del Pueblo y la Dehesilla.

Merece destacarse por su situación, en los confines de la Hoja, la vertiente derecha, que en realidad es la causante del mayor aporte de agua de esta rivera, ya que está constituida por formaciones calizas cuya permeabilidad constituye la principal reserva de aguas, que por fuentes y manantiales dan lugar a la constitución de arroyos y riachuelos que engrosan y en definitiva constituyen la rivera de Benalija.

Como primer aporte hemos de mencionar el arroyo de los Remedios, que, recolectando las aguas de la ladera norte de la Loma de Hamapega y de la de Humorada, engrosan y en realidad constituyen el nacimiento de la rivera. Siguen aguas abajo, aparte de los arroyos de Donado y del Hornillo, el arroyo del Madroñal, formado por la unión de los de Madroñal Grande

y Madroñal Chico, los cuales en conjunto recolectan una extensa red digital de pequeños afluentes, que drenan lentamente la ladera meridional de la loma caliza de Hamapega.

Se continúa el aporte de la Sierra del Agua por el arroyo de Cabeza Sancha y del Tamujar, crecido por el de Cuberos y sobre todo por el arroyo de Los Molinos, que nace en el pueblo de Guadalcanal, aumentándose su caudal por la izquierda con el arroyo de San Pedro, y por la derecha con los de Terreros, el Pino de la Plata, el de la Sirna y el arroyo del Veneno.

D) GEOMORFOLOGIA

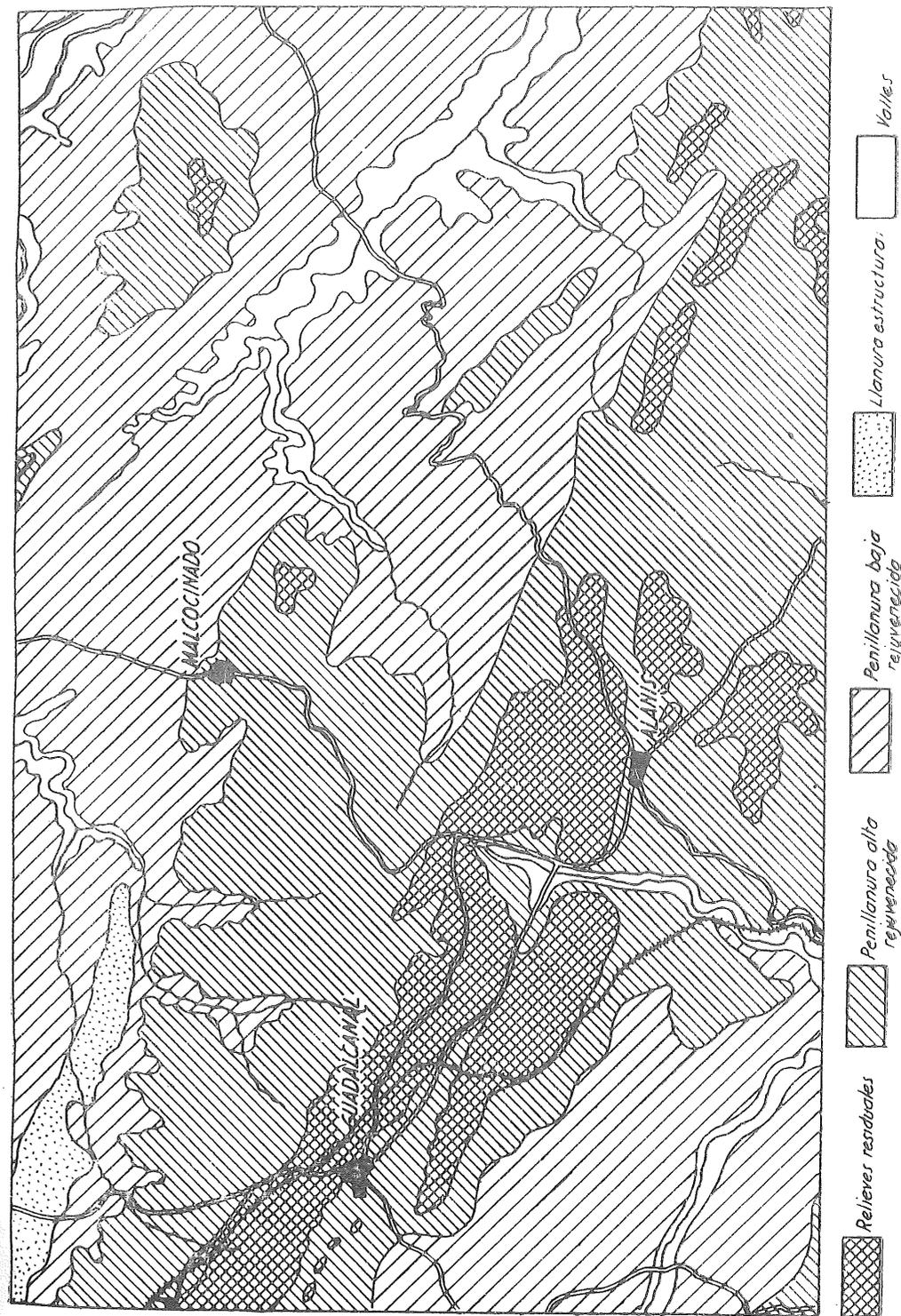
Las características y rasgos geomorfológicos de la Hoja que nos ocupa, quedan patentizados claramente reflejándose los tipos más representativos que definen la geomorfología de Sierra Morena.

En términos generales, se puede indicar el predominio fundamental de la penillanura, donde destacan los *relieves residuales* y las formas de *valle*, al haber sido rejuvenecida con posterioridad, de una manera exaltada y rápida, ocasionando en ciertos lugares la formación de relieves de tipo laberíntico, tortuoso y de difícil acceso, que a escasa distancia parecen auténticos llanos por estar netamente marcada la isoaltitud del lugar y ser la erosión normal de la red fluvial la que penetra y da lugar a este tipo paisajístico, tan característico en los terrenos de Sierra Morena.

Hemos de reseñar, en primer lugar, los *relieves residuales*, que, como es natural, coinciden con los conjuntos litológicos más duros y compactos que ofrecen mayor resistencia a la erosión, es decir, aquellos conjuntos de calizas cámbricas y cuarcitas silúricas cuya coherencia y tenacidad, en comparación con las restantes formaciones, principalmente de índole pizarrosa, los hacen perdurar durante más tiempo en su constitución primitiva.

Hay que hacer notar, no obstante, un hecho muy significativo para la reconstrucción y explicación evolutiva de la geología de este país, y es que, aun siendo mucho más resistentes a la erosión los conjuntos cuarcíticos, son éstos los que originan los más escasos relieves residuales, y tan sólo se constituyen en Sierra de Recuero y los cerros Peñita y Miradorcillo, mientras que todos los demás relieves residuales quedan formados por las calizas cámbricas.

Es fácil comprender que estos relieves han de orientarse según las directrices estructurales del país, es decir, siguiendo la dirección NW.-SE., y ésta es la causa de encontrar dichos relieves proyectados también en cordeles, como el definido por la Sierra del Viento, que desde las inmediaciones me-



ridionales de Fuente del Arco corre hacia el SE., pasando por el N. de Guadalcanal para llegar a los dominios septentrionales de Alanís, donde se enlaza con otro cordel más meridional y que, casi paralelo al anterior, forma la Sierra del Agua y la Loma de Hamapega.

A partir de este lugar, el país, por su constitución estructural, muestra una mayor altitud y casi podríamos decir que aquellas dos alineaciones que se unían en Alanís se vuelven a separar, y mientras la septentrional continúa abriéndose muy lentamente por las lomas de Florencio y Píngano, hasta Cabezo Ramiro, la meridional se arquea hacia el S., formando los cerros Cayero y Fontanar.

Representando otro relicto orográfico de un antiguo relieve, hoy desaparecido, encontramos el mojón y las lomas de Quiruela y del Canario, por donde se une la alineación principal, antes mencionada, que corre al N. de Guadalcanal.

Si los *relieves residuales* se localizan y distribuyen según las características litológicas y estructurales de un país, resultará fácil realizar la observación a la inversa y, al determinar las formas del relieve y su distribución, deducir su litología y más concretamente su disposición estructural; de esta forma podemos considerar una línea imaginaria que partiendo del Cerro Gómez y cortando la rivera de Benalija llegase a la Loma de Hamapega, para dirigirse luego hacia Malcocinado y el Miradorcillo de la Sierra de Recuero, próximo al río Sotillo. Esta línea, arrumbada de NE. a SW., cortaría casi normalmente la dirección general de los estratos y éstos, en sus alineaciones de relieves residuales, se disponen convergiendo hacia dicha línea, tanto los situados al E. como los del W.

Esta disposición de estratos, sólo se explica admitiendo tal línea como una elevación estructural, o bien como la separación de dos umbrales precámbricos de distinta elevación; es decir, que representaría la parte axial de un amplio anticlinal, o la dirección de una falla o sistema de fallas. Según analizaremos en el estudio detallado de la estratigrafía y la tectónica del territorio, se denuncia una estructura de plegamiento en silla de montar al cortarse normalmente un sinclinorio y un anticlinal o anticlinorio, más antiguo, o bien una adaptación estratigráfica a la diferencia de cota de un zócalo, exasperado por fracturas y fallas caledonianas, que precedieron a esta época sedimentaria y que originarían la definición de un horts en la cuenca de sedimentación, deducciones efectuadas simplemente por la observación de la geomorfología del país, lo que demuestra la utilidad de estos estudios geomorfológicos.

Siguiendo un orden evolutivo en la constitución de las formas caracte-

rizadas en la Hoja, hemos de mencionar las zonas de penillanura tan extendidas en todo el territorio.

En primer lugar destacamos la penillanura alta, que comprende un arrasamiento general cebado principalmente en el tenso pizarral cámbrico, y las formaciones calcáreas de menor potencia y alternantes con pizarras y sedimentos, cuya constitución blanda es más favorable a la erosión y por tanto prueba la desmantelación calcárea más dura y consistente.

Esta penillanura alta comprende una destacada isoaltitud entre los 600 y 650 metros, y, como es natural, se extiende bordeando los relieves residuales, tomando un especial desarrollo al N. de la alineación Guadalcanal-Alanís, y al E. de este pueblo; sin duda esta penillanura adquirió, en otros tiempos geológicos, un gran desarrollo, favorecida por la monótona disposición de los estratos, en régimen isoclinal, según las directrices hespéricas ya definidas por el profesor HERNÁNDEZ-PACHECO.

Pero posteriores movimientos epigénicos han obligado a encajarse bruscamente la primitiva red fluvial, trabajando con toda actividad la acción erosiva remontante que origina un festoneado característico de las laderas en que se definen sus nacimientos que ahondan y se encajan, reduciendo poco a poco el antiguo llanurizal erosivo.

Mucho más extensa es la penillanura baja, que completa casi todo el resto del territorio que nos ocupa, manteniendo una isoaltitud comprendida entre 500 y 550 metros, también fraguada en los conjuntos pizarrosos y calcopizarrosos cámbricos y silúricos.

Como es natural, esta penillanura baja está mucho más trabajada por la acción erosiva normal de la actual red fluvial que, como perteneciente al río Guadalquivir, posee un fuerte poder erosivo remontante, que ahonda sus cauces originando paisajes laberínticos con fuentes, gargantas y meandros encajados, recortándose estas formas del terreno y sin poderse definir zonas como las existentes al N. y NW. fuera de la Hoja de Guadalcanal, de auténtica penillanura sin rejuvenecer, ya que la red fluvial que la surca pertenece al río Gadiana, de menor poder erosivo que el Guadalquivir, que con un perfil de equilibrio más lejos de ser alcanzado, trabaja bruscamente en terrenos por donde corren sus aguas. Debemos hacer constar, que mientras las zonas de penillanura septentrional están siendo trabajadas en la actualidad por los afluentes del río Bembezar, la meridional ha sufrido recientemente un detenimiento brusco en su evolución erosiva por la construcción del embalse del Pintado, que eleva y mantiene mucho más alto el nivel de base de la red que trabaja la comarca, llegando en parte a quedar protegida por sedimentos modernos que, aun no consolidados, forman una auténtica

y verdadera llanura estructural, que protegen y sobre todo denuncian la paralización de la labor erosiva en estas partes meridionales de la zona.

Hemos de hacer constar que no han sido reconocidas en ningún lugar formas de *cuestas*, que pongan en contacto las dos *penillanuras*; sin embargo, están perfectamente definidas ambas formas, y es precisamente en la zona de *penillanura baja* donde se definen las formas de *valle* en que la erosión normal ha trabajado más activamente encajándose con toda brusquedad.

Observando las formas actuales de los principales ríos y arroyos que surcan el país, se aprecia el régimen meandrino que domina en su totalidad. Sólo se explica este hecho en el caso de correr las aguas por un llano sin pendiente considerable, en el que las aguas divagan en una y otra dirección, sin definir el curso en un sentido concreto y después encajarse bruscamente por un movimiento epigénico positivo, de carácter brusco, que no da lugar a definir un curso normal y más o menos rectilíneo de su cauce dominando en la actualidad los meandros encajados y las gargantas profundas.

Hemos de hacer constar, de todas formas, que muchas de estas formas de meandros vienen fijadas por líneas de fractura, lo que define este régimen meandrino fluvial como el resultado de una epigénesis positiva, sobre una estructura tectónica muy favorable para tal formación.

Nos queda tan sólo, para concluir esta reseña geomorfológica, el tratar de las *llanuras estructurales*, de las que solamente podemos definir como tal aquella que se sitúa al N. de Guadalcanal, entre la Sierra del Viento y el río Sotillo, constituida por las formaciones carboníferas, principalmente de índole samítica, y dispuesta en estratos horizontales o subhorizontales que sólo localmente pueden presentar buzamientos del orden de los 2, 3 ó como máximo 5 grados en los bordes de la cuenca, y si bien es cierto, como veremos más adelante, que todas las cuencas carboníferas de la Hoja muestran esta misma disposición horizontal, prácticamente sólo esta cuenca presenta las características topográficas de llanura, ya que las restantes han sufrido procesos erosivos, si no más intensos, si más irregularmente distribuidos, de forma que la superficie topográfica no queda concordante con la estratificación.

E) NUCLEOS DE POBLACION .

Según se ha indicado anteriormente, en la Hoja de Guadalcanal se representa un territorio muy deshumanizado, especialmente la mitad oriental de la región. Solamente se presentan en la zona tres núcleos de población: Guadalcanal, Alanís y Malcocinado, los dos primeros pertenecientes a la

provincia de Sevilla y el tercero a la de Badajoz; además son muy escasos, casi nulos, los caseríos y cortijos o cortijadas que se encuentran diseminados por el campo, lo que da aún un aspecto más desértico al carácter paisajístico de la región.

El núcleo de población más importante, del que toma la Hoja su nombre, es el de Guadalcanal, localizado en el extremo occidental de la Hoja y en medio del núcleo orográfico más destacado del territorio, entre la Sierra del Viento y la del Agua, con una altura de 662 metros.

El pueblo de Guadalcanal pertenece al partido judicial de Cazalla de la Sierra, diócesis de Sevilla; cuenta con 7.800 habitantes, que se llaman guadalcanalenses; al parecer este núcleo de población tiene un origen árabe y es el resultado de la larga duración de un campamento de carácter militar que, protegido por los núcleos montañosos, comunicaba las zonas septentrional y meridional del territorio. Este paso natural de la montaña fue guardado y controlado por dicho campamento, que terminó convirtiéndose en un pueblo que recibió el nombre de Guadalcanal por situarse en este paso o canal por donde corre el actual arroyo de San Pedro, que drena la Loma de Hamapega y se encaja erosionando las calizas acadienses de la Sierra del Agua; de aquí el nombre de Guadalcanal (uadí-al-canal, río del canal).

Este pueblo es nudo de comunicaciones; une Llerena, Malcocinado, Alanís y Cazalla de la Sierra con otros pueblos de las provincias de Badajoz y Sevilla; pasa a dos kilómetros el ferrocarril de la RENFE que enlaza las poblaciones de Cáceres y Sevilla.

Se caracteriza por ser eminentemente agropecuario, dedicándose principalmente al cultivo de cereales y patatas, cría de ganado lanar, cabrío y de cerda; siendo también de interés la caza menor, especialmente conejo, liebre y perdiz.

En minería sólo merece mención la explotación de cobre, aunque también han sido objeto de antiguas extracciones minerales de plata, carbón y hierro.

La parte industrial se desarrolla en el mismo núcleo de población, con fábricas de aguardientes y licores, curtidos, harinas y alfares, algunos muy rudimentarios, donde se hacen tejas, ladrillos y cerámicas en general, más o menos típicas.

Posee varias escuelas y un colegio de religiosas de la doctrina cristiana; tiene tres iglesias: la parroquial, dedicada a San Sebastián; la de Santa Ana, y la de Santa María. Un poco más alejada del centro del pueblo está la ermita de Guaditoca, a la que se organizan todos los años romerías y que se localiza al final de la cuenca carbonífera de Guadalcanal, próxima al arroyo de Esteban Yáñez.

La vida social se centraliza en el Círculo Mercantil y Comercial y en el Nuevo Casino. Un mercado municipal distribuye los principales artículos alimenticios.

Un tanto deficiente es la hospedería, ya que tan sólo cuenta con dos pensiones de tercera categoría que ofrecen pocas comodidades.

El segundo núcleo de población sevillano es el pueblo de Alanís, localizado en el término de los relieves residuales centrales con una altitud de 715 metros; cuenta con unos 4.500 habitantes (alanienses) que habitan en unos 960 edificios pertenecientes a la diócesis de Sevilla y al partido judicial de Cazalla de la Sierra. No se conoce con detalle el origen de tal poblado, aunque parece que la denominación se debe a los pueblos bárbaros alanos, que posiblemente permanecieron allí durante algún tiempo.

Con relación a las comunicaciones, podemos decir que está enlazado con los pueblos de Guadalcanal, Cazalla de la Sierra y San Nicolás del Puerto, todos sevillanos, y con Malcocinado y Valdeinfierno, pertenecientes a la provincia de Badajoz; también tiene ferrocarril para comunicarse con Sevilla y Cáceres, estando la estación a nueve kilómetros del pueblo.

Este pueblo, al igual que el anteriormente citado, es eminentemente agropecuario, destacando los cultivos de álamos negros, alcornos, choperas, castaños y madroños; pudiendo citarse también los cereales, vid y frutas; respecto a la ganadería, el ganado predominante es el cabrío, lanar, cerda y caballar.

Alanís no es tan minero como Guadalcanal, especialmente en la actualidad, ya que antes fueron explotadas una serie de concesiones mineras de hierro, plata, cobre y plomo, pero ahora sólo lo son algunas de cobre y bario.

La industria, muy reducida, se limita a las fábricas de aguardientes y cerámica en general.

La vida religiosa se centraliza en la iglesia parroquial y en tres ermitas: la de Veracruz, Jesús Nazareno y la de Nuestra Señora de las Angustias.

Por último, se encuentra en un enclave septentrional de la Hoja el pueblo extremeño de Malcocinado, que se localiza a una altitud de 601 metros, casi en el contacto de los terrenos cámbricos con los silúricos. Está constituido este núcleo de población por unos 2.000 habitantes, que pertenecen a la provincia y diócesis de Badajoz, en su partido judicial de Llerena.

Parece ser que el pueblo de Malcocinado no era en principio más que una gran cortijada donde se realizaban las matanzas y grandes sacrificios de reses pertenecientes al municipio de Guadalcanal, pero en el año 1842 se constituyó su municipio independiente, perteneciente a la provincia de Badajoz; precisamente por la finalidad con que nació el caserío es por lo

que lleva el nombre de Malcocinado, que es el nombre que allí se da al menudo de las reses.

Debido a la escasa importancia de este pueblo, su reducido número de habitantes y producción, es por lo que solamente está comunicado con Azuaga y Alanís.

Podemos destacar su carácter agropecuario; produce cereales, garbanzos, aceite y pastos en general. La ganadería se caracteriza por los rebaños, no muy grandes, de cabras, ovejas y cerdos.

La minería, de pobre desarrollo, cuenta con algunas explotaciones de cobre y bario. Una moderna escuela y la iglesia parroquial son los únicos edificios públicos dignos de destacar.

El hospedaje extraordinariamente deficiente, ya que hasta hace pocos años no sólo era difícil hacer noche, sino que hasta era casi imposible encontrar algún sitio para poder comer.

F) VIAS DE COMUNICACION

La Hoja de Guadalcanal presenta suficientes vías de comunicación tan sólo en la mitad occidental, uniendo los tres núcleos de población anteriormente señalados; pero el estado de conservación es muy deficiente; la mitad oriental es totalmente inaccesible, surcada por la única carretera.

LÍNEAS FÉRREAS.—El extremo suroccidental de la Hoja está recorrido por la línea férrea de Mérida a Sevilla; penetra en la Hoja casi por el extremo NW. en el Km. 123,600, para abandonarla en el primer cuarto de su extremo meridional, en el Km. 142,900.

El tramo señalado de esta línea férrea es tal vez uno de los más tortuosos; al entrar en la Hoja lo hace con una cota de 660 metros, cruza con un paso a nivel la carretera que une Llerena con Guadalcanal y comienza a subir su perfil fuertemente, dirigiendo su trazado hacia el SE. en un tramo recto de unos tres kilómetros, haciendo una inflexión hacia el S. para acortar en lo posible la longitud de un túnel de unos 300 metros, que empieza en el Km. 128,200; así salva la cota de los 780, tomando nuevamente aquel rumbo, hasta el Km. 132, en que por un puente atraviesa el arroyo de San Pedro y la carretera de Guadalcanal a Alanís. Pasa nuevamente un túnel de 500 metros para cruzar la Loma de Hamapega, con 740 metros de altitud; desde este punto bordea la citada loma en dirección SE. hasta llegar al valle de la rivera de Benalija, en el Km. 140, valle que continúa salvando tres veces la mencionada rivera por grandes puentes metálicos, para salir de

la Hoja en el Km. 143 aproximadamente, corriendo desde el 140 sencillamente en dirección norte-sur.

Como vemos, en un recorrido de unos 19 kilómetros la línea férrea de Mérida a Sevilla, de vía ancha y única, pasa por cuatro puentes y dos túneles, con un trazado bastante sinuoso y complicado, lo que denuncia un perfil muy fuerte, continuamente jalonado de trincheras y desmontes de cierta importancia.

En la Hoja sólo se encuentra una estación, la de Guadalcanal, que se localiza a dos kilómetros del pueblo, en el Km. 130,400 de la línea férrea.

CARRETERAS.—Las carreteras que surcan los terrenos de la Hoja son comarcales, hechas de tierra y fuertemente bacheadas; siendo la principal la comarcal de Llerena a Utrera, que, entrando en la Hoja por su primer cuarto NW., casi paralela al ferrocarril, pasa por Guadalcanal para, bordeando la Sierra del Agua, tomar dirección sur y salir por el extremo SW. dirigiéndose a Cazalla de la Sierra.

Unos cuatro kilómetros antes de llegar a Guadalcanal, esta carretera se entronca con la que une los pueblos de Guadalcanal y Valverde de Llerena (extremeño), que atraviesa la cuenca carbonífera del N. de Guadalcanal.

De Guadalcanal parten también dos carreteras comarcales hacia el SW. que, corriendo casi paralelas a ambos lados de la Loma de Humorada, en la parte norte de la de Hamapega, se dirigen hacia Malcocinado, Azuaga y Alanís, respectivamente. La primera abandona la Loma de Humorada para bordear la de Urbana, pasando por este cortijo y la cuenca carbonífera aquí definida, y en dirección NW. se dirige a Malcocinado para hacerlo luego hacia Azuaga, tomando dirección N. y abandonando la Hoja hacia la mitad septentrional; la segunda carretera que consideramos, bordea la Loma de Hamapega, siguiendo la rivera de Benalija tuerce hacia el SW., llegando a Alanís, donde empalma con tres nuevas carreteras comarcales: la de Fuenteovejuna, San Nicolás del Puerto y Cazalla de la Sierra.

La carretera de Alanís a Fuenteovejuna sigue un trazado muy tortuoso, con fuertes pendientes y un extraordinario número de vueltas y revueltas, que, junto con su mal estado de conservación, dificultan el recorrido; después de atravesar el río Onza, bordea la cuenca carbonífera de Valdeinferno, saliendo de la Hoja por el Km. 25,200, en el primer tercio nororiental de la misma.

La carretera de Alanís a San Nicolás del Puerto mantiene su trazado muy suave, tanto por sus vueltas como por sus pendientes, saliendo de la Hoja por el tercio suroeste, muy próximo al pueblo de San Nicolás del Puerto, que casi está lindando con la Hoja de Guadalcanal.

Por último, hemos de considerar la carretera que une los pueblos de Alanís y Cazalla de la Sierra, con un trazado intrincado de dirección SSW. hasta colocarse paralela a la rivera de Benalija, que sigue hasta llegar a la estación del ferrocarril de Alanís, situado ya fuera de la Hoja de Guadalcanal.

Prescindiendo de la carretera de Alanís, Fuenteovejuna y de algún tramo de las restantes, dada la morfología del país, los trazados de carreteras son por lo general sencillos y de pendientes suaves dentro de los límites permitidos para estas carreteras comarcales.

Resulta lamentable que los carros de ruedas metálicas y las caballerías en general estropeen tanto las carreteras, hasta el extremo que resulta más fácil y cómodo rodar por caminos y veredas que por estas carreteras, cuyo cuidado y conservación es casi nulo.

Son numerosos los caminos anchos y carretas de buen trazado que salen de diversos puntos de las carreteras comarcales en la parte occidental, sin tener en cuenta las veredas, que por lo general se han arreglado en su trazado para ser convertidas en carreteras, todas las cuales, aunque malamente, son transitables en automóvil, pero por no dar demasiada extensión a este capítulo prescindimos del detalle.

G) CLIMATOLOGIA

Los rasgos climatológicos de la zona comprendida en la Hoja de Guadalcanal no son muy conocidos estadísticamente, ya que sólo cuenta con tres estaciones pluviométricas: en Guadalcanal una, otra en Alanís y una tercera en Malcocinado; en estas estaciones no siempre se registran datos de una forma continua.

Según se ha visto en otro capítulo, podemos decir que no es un país muy elevado; si a veces alcanza los 800 metros de altitud, es en lugares muy escasos, que no hacen variar la altitud media, que oscila entre 500 y 550 metros.

En general esta zona goza de un clima continental algo atemperado en invierno, ya que la influencia de los vientos atlánticos si bien aumentan la pluviosidad también atemperan el ambiente; la temperatura rara vez desciende por debajo de cero grados.

Estas circunstancias proporcionan un clima lluvioso en invierno y seco y caluroso en verano, con dos estaciones intermedias muy cortas, la de primavera y la de otoño, en las que el clima es más benigno dentro de lo característico de la región.

Como consecuencia, la estación más extrema es la de verano, en que las temperaturas llegan a alcanzar valores de 45 a 50 grados al sol, ocasionando un verano muy largo, seco y caluroso, de angustioso caminar desde las diez de la mañana hasta las ocho de la tarde, especialmente por carecer de arbolado y vegetación, característica de estas comarcas andaluzas.

Temperatura.—La temperatura es variada dentro de un nivel medio bastante alto, que suele ser de unos 25°, aunque las oscilaciones térmicas pueden llegar a 50° C., y así en la segunda quincena de enero se registran las mínimas temperaturas del año, que a veces llega a —5° C., pero igual pueden registrarse en esta época temperaturas superiores a los 10°, lo que da una media para las épocas más frías del año de unos 5° sobre cero; por eso hemos dicho antes que el clima podemos calificarlo de atemperado.

En las épocas finales del invierno y comienzo de primavera la media diaria asciende a unos 15°, pero también se registran las máximas oscilaciones diarias, que pueden llegar a 20 grados.

Con estos caracteres comienza la primavera astronómica, que llega retrasada termométricamente, ya que oscila entre 15 y 25 grados; las temperaturas medias suelen situarse próximas a los 20 grados, que son valores muy elevados para las épocas del año que consideramos.

Igual que el resto de casi todas las estaciones, el verano térmico también se adelanta, y a primeros de junio el calor es sofocante, llegando a primeros de agosto a alcanzar medias de 30 y 35 grados con máximas de 50° C. Esta estación se prolonga excesivamente, manteniéndose los 20 grados de media en los meses de septiembre y octubre, presentándose en noviembre la estación otoñal muy corta, con temperatura media de 15 grados y oscilaciones de 5 a 10 grados.

III

ESTRATIGRAFIA

Todos los terrenos representados en esta Hoja corresponden al Paleozoico. No existen en la región sedimentos mesozoicos ni terciarios, y la red fluvial, encajada en el Paleozoico, no ha depositado sedimentos que puedan cartografiarse a la escala 1:50.000.

Sobre un basamento paleozoico antiguo, cámbrico-silúrico, alineado en dirección NW.-SE., se disponen una serie de cuencas carboníferas aisladas, en parte por la erosión y en parte por ser de diferente edad, es decir, por corresponder a distintas etapas de sedimentación durante el Carbonífero.

El basamento paleozoico inferior se subdivide a su vez en dos unidades de edad geológica perfectamente definida: Cámbrico en toda la parte suroeste y Silúrico en el tercio nordeste, separadas por un contacto anormal, probable cobijadura del Cámbrico por el Silúrico, que sigue la dirección NW.-SE. Esta dirección es la misma predominante en toda la tectónica regional, y la que marca los contactos normales entre los tres pisos del Cámbrico y entre las dos unidades en que se subdivide el Silúrico Ordoviciense.

CAMBRICO

El Cámbrico es el terreno que ocupa mayor extensión en la Hoja: aproximadamente dos tercios de su superficie, y está representado por sus tres pisos: Georgiense, Acadiense y Potsdamiense, en sucesión estratigráfica normal de SW. a NE.

Paleontológicamente está bastante bien caracterizado, por una fauna georgiense de *Trilobites* y por los biohermios de *Arqueociátidos* que se intercalan entre el Georgiense y el Acadiense. El Potsdamiense, azoico, está

formado por pizarras metamórficas, que se diferencian claramente de las del Georgiense, más arcillosas, y de las calizas acadienses.

En líneas generales, la composición litológica del Cámbrico es la siguiente:

Potsdamiense	Pizarras metamórficas amarillentas o rojizas.
Acadiense	Calizas estratificadas.
	Calizas biohermales de <i>Arqueociátidos</i> .
Georgiense... ..	Pizarras arcillosas y silíceas, verdes, con <i>Trilobites</i> .
	Conglomerado de base.

Las franjas alternantes de los tres pisos, siempre orientadas de NW. a SE., se deben a la disposición del plegamiento. En los anticlinales afloran las calizas acadienses entre las pizarras metamórficas potsdamienses, o las pizarras arcillosas verdes del Georgiense entre las calizas acadienses. En los sinclinales, la disposición es inversa: las pizarras metamórficas potsdamienses quedan limitadas entre alineaciones de calizas acadienses; y estas calizas, a su vez, afloran entre las pizarras verdes georgienses.

En la parte septentrional de la Hoja, al NW. de Mlcocinado, se sitúa una importante fractura profunda, recubierta en superficie por la cuenca carbonífera allí localizada, que coloca en contacto anormal el Potsdamiense (al Sur), con los niveles más bajos del Georgiense (al Norte), formados por conglomerados, a partir de los cuales, hacia el NE., vuelve a repetirse la serie estratigráfica normal ascendente.

Sin duda a favor de esta fractura profunda ha surgido la masa granítica allí localizada, recubierta también en parte por el Carbonífero.

Atravesando el amplio sinclinorio potsdamiense, localizado entre Guadalcanal y Malcocinado, aparecen una serie de diques de rocas diabásicas, que siguen las direcciones de fracturas que se acusan perfectamente en superficie, sobre el terreno y en el estudio fotogeológico.

Georgiense.

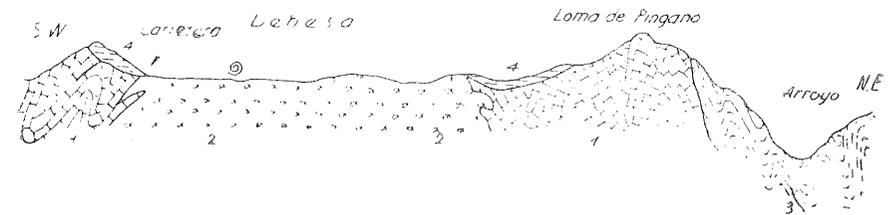
En la base del Cámbrico se localiza un potente conglomerado poligénico, formado por cantos rodados de cuarcitas, granitos y diabasas, cementados por una matriz arcilloso-sabulosa de color verde oscuro.

Este conglomerado había sido ya descrito por MACPHERSON a finales del siglo pasado, y está perfectamente caracterizado al N. de la cuenca carbonífera de Guadalcanal. No presenta una estratificación clara, pero en conjunto forma potentes bancos orientados de NNW. a SSE. Se reconoce en él una sedimentación gradual, con elementos más gruesos en los niveles infe-

riores (en la parte occidental), que paulatinamente van disminuyendo de tamaño hasta pasar a una grauwaca gruesa (en la parte oriental), en la que la estratificación es ya mucho más aparente, para terminar en las pizarras arcillosas características del Georgiense, con tonos verdosos.

Pero el verdadero desarrollo del Cámbrico inferior (Georgiense), en el ámbito de la Hoja de Guadalcanal, corresponde a la parte SW., donde se localiza un amplio anticlinorio de pizarras verdosas, arcillosas o silíceas, flanqueado por las calizas acadienses que forman la Sierra del Agua, al NE., y la de Cazalla, al SW. Hacia la parte oriental, este anticlinorio se subdivide en dos anticlinales, por la interposición del espelón calizo acadiense situado entre Alanís y la estación del ferrocarril.

Por efecto de erosión diferencial, toda la formación pizarrosa del Cámbrico inferior ha dado lugar a un amplio valle, recorrido por el río Benalija,



Corte geológico del biohermio de San Nicolás del Puerto.

1. Acadiense.—2. Calizas biohermicas acadienses.—3. Potsdamiense.
4. Estefaniense.

mientras que los macizos calizos del Cámbrico medio dan lugar a sierras abruptas.

En estas pizarras arcillosas de tonalidades verdosas, en general bien estratificadas, está localizado el yacimiento de *Trilobites* más importante de toda la región, al SW. de Alanís, en el Km. 62.300 de la carretera que va del pueblo a la estación. Esta interesante fauna, caracterizada por la presencia de *Saukianda* y *Perrector*, nos ha servido de base para datar como Georgiense toda la formación pizarrosa a que nos vamos refiriendo, habiendo localizado otro yacimiento, aunque menos importante, en el Km. 20 de la carretera que va de Guadalcanal a Cazalla de la Sierra.

Estas pizarras, en las zonas más metamorizadas, son mucho más silíceas, presentándose con frecuencia surcadas por venillas de cuarzo recristalizado, a favor de las zonas de mínima tensión creadas por fracturas o diaclasas de la roca.

La meteorización, al destruir las pizarras arcillosas, respetando los filon-

cillos de cuarzo, da lugar a canturrales de poca extensión, pero muy característicos.

En la parte estratigráficamente superior de los paquetes de pizarras georgienses, la estratificación es más acusada, aumentando la proporción de carbonato cálcico, hasta dar lugar a bancos de caliza intercalados, que finalmente forman los tramos calizos del Acadiense.

Sin embargo, no siempre es gradual este tránsito, pues en las proximidades de las formaciones biohermales el tránsito de la formación pizarrosa a la caliza es relativamente brusca, y no existen las intercalaciones de estratos de caliza entre las pizarras.

BIOHERMIOS DE ARQUEOCIÁTIDOS.— En el límite estratigráfico superior del Georgiense, entre este piso y el Acadiense, se intercalan una serie de biohermios calizos, en disposición “arrosariada” de NW. a SE., de los que en esta Hoja sólo queda incluido el más septentrional, pero que hacia el SE. tienen mayor desarrollo.

Se trata de calizas marmóreas, sacaroides, masivas, compactas, sin estratificación de ninguna clase, que se ponen en evidencia en el estudio foto-geológico como masas carentes de estructura, y que en el campo se presentan como zonas de auténtico lapiaz.

La masa de caliza es blanca o grisácea, sacaroides, y está cruzada por infinidad de fisuras y diaclasas, en las que frecuentemente ha recrystalizado la calcita, dando lugar a filoncillos cristalinos blancos, que destacan perfectamente de la masa general de la roca.

En el biohermio de Alanís, único cartografiado en esta Hoja, no se advierte su disposición con relación a las pizarras georgienses, quedando rodeado completamente por calizas acadienses que, en realidad, corresponden a los flancos NE. y SW. del anticlinal de Alanís.

Pero más al SE., en otros biohermios situados entre San Nicolás del Puerto y el Cerro del Hierro, puede observarse que las calizas biohermales de *Arqueociátidos* constituyen un simple cambio lateral de facies con relación a las pizarras georgienses o a las calizas acadienses, por lo cual vienen a constituir exactamente el límite entre estos dos pisos.

Antiguamente se admitía que las “calizas de *Arqueociátidos*” caracterizaban el piso Acadiense, por el hallazgo, cerca de Córdoba, de un crustáceo, *Isoxis carbonelli* RICHTER, asociado a ellas, y por considerarse al género *Isoxis* característico del Acadiense.

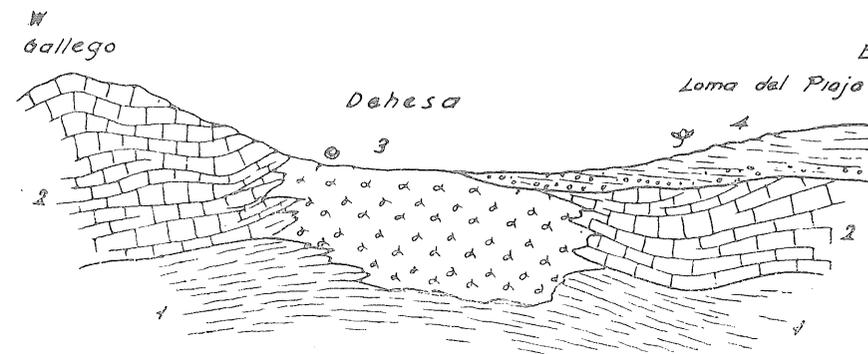
Pero posteriormente, gracias a los descubrimientos realizados por NELTNER y POCTBY (1947) al estudiar las faunas del Georgiense de Marruecos, y después de los hallazgos de ROCH (1950), de *Arqueociátidos* asociados a una

fauna de *Trilobites* característicos del Georgiense, se viene aceptando sin discusión que estas calizas biohermales corresponden al Georgiense, o marcan precisamente el límite superior de este piso con el Acadiense, como ocurre en esta parte de Sierra Morena.

La formación de estos biohermios con *Arqueociátidos*, cuyo esqueleto era silíceo, se debe a que sus colonias se desarrollaron juntamente con algas calcáreas, y al depósito de carbonato cálcico como consecuencia de una acción bacteriana ininterrumpida, todo lo cual favoreció posteriormente el proceso de epigénesis que transformó en calcita el esqueleto de los *Arqueociátidos*.

Acadiense.

Cuando falta la formación de calizas biohermales, podemos admitir que el Acadiense empieza con la formación de estratos margosos intercalados con calizas en lechos definidos, desarrollándose a continuación una serie de ban-



Corte geológico semi-esquemático, a través del biohermio calizo de *Arqueociátidos* situado al NW. de San Nicolás del Puerto, para poner de manifiesto los cambios laterales de facies y la posición estratigráfica del biohermio entre el Georgiense y el Acadiense.—1, pizarras verdes georgienses; 2, calizas tableadas acadienses; 3, caliza biohermal de *Arqueociátidos*, masiva, sin estratificación; 4, Carbonífero Estefaniense discordante sobre la formación del Cámbrico.

cos calizos, generalmente bien estratificados y más o menos alternantes con margas, que, por su mayor resistencia a la erosión, originan las sierras que recorren la región de NW. a SE.

Existen tres alineaciones de calizas acadienses, que dan lugar a otras tantas sierras en esta región: la de Malcocinado al Norte; la de Guadalcanal-Alanís, que es la principal, en el centro, y la de Cazalla al Sur, que en su mayor parte queda fuera de la Hoja.

El límite superior de la formación acadiense se marca por un paso insensible a la formación pizarrosa, por aumento de espesor de los estratos pizarroso-margosos y disminución de los bancos calizos hasta su total desaparición.

En la constitución litológica del Acadiense alternan bancos de caliza mármora de coloración variada, aunque predominan los tonos claros, blanco, amarillento o verdoso, con pizarras arcillosas de color amarillento o rojizo. En ocasiones, las calizas presentan un aspecto pizarreño, dando lugar a una fina estratificación de tipo "flysch" (lám. V, fig. 2), sin que falten los característicos *ripp'e-marks* (láms. IV y VI, fig. 1), y a las "calizas rizadas" en las que los estratos calizos, muy finos, aparecen replegados por un efecto tectónico diferencial con relación a las pizarras.

Según se asciende en la serie estratigráfica, el aspecto de las calizas varía insensiblemente. Comienza por potentes estratos calizos, en los que hay indicios de una formación a base de algas calcáreas del tipo *Criptozoon* (lámina V, fig. 1), separados por estratos arcillosos muy delgados, tan sólo de unos milímetros de espesor; luego, poco a poco, disminuye la potencia de los bancos de caliza y aumenta el espesor de los estratos pizarrosos intercalados, hasta llegar a tener casi el mismo espesor, de unos cinco centímetros, originándose entonces la alternancia rítmica que hemos indicado de tipo "flysch". Luego, los estratos de pizarra van siendo cada vez más potentes, tomando la formación el aspecto de una serie pizarrosa en la que se intercalan delgados bancos de caliza.

La potencia total de la formación caliza del Acadiense se puede estimar entre 1.000 y 2.000 metros, y su distribución en alineaciones paralelas, entre Guadalcanal y Alanís, se debe a la estructura tectónica de repetidos pliegues muy agudos, en los que las calizas ocupan los ejes anticlinales, mientras las pizarras potsdamienses rellenan los sinclinales.

Potsdamiense.

El Cámbrico superior forma los extensos pizarrales situados al NE. de la alineación Guadalcanal-Alanís, hasta la mancha carbonífera de Guadalcanal y la alineación de calizas de Malcocinado, cerrándose hacia el SE. en forma de cuña, por la cobijadura de las cuarcitas ordovicienses que forman las lomas de La Quiruela y del Canario.

En conjunto forma un amplio anticlinorio, en el que se marcan, por lo menos, cuatro ejes anticlinales secundarios. Las alineaciones de calizas marcan precisamente estos ejes anticlinales.

Aprisionado entre las dos sierras calizas del Viento y del Agua, formando la Hoya de Guadalcanal, ha quedado también un sinclinal de piza-

rras potsdamienses; y al NW. de Malcocinado se repite la secuencia normal Georgiense-Acadiense-Potsdamiense, hasta su cobijadura por el Silúrico inferior.

Se caracteriza el Potsdamiense por el predominio de las pizarras arcillosas, de tonos amarillentos o ligeramente rojizos, según el grado de oxidación de los compuestos ferruginosos asociados; y por disyunción típica, en pequeños paralelepípedos (lám. VII, fig. 1), o astillas, ofreciendo la particularidad de que, al golpearlas con el martillo, producen un sonido hueco característico.

En general, estas pizarras están bien estratificadas, por lo cual es posible establecer la estructura tectónica con cierto detalle, a pesar de que, la mayoría de las veces, la estratificación es muy próxima a la vertical.

Otro carácter de esta formación pizarrosa es el elevado grado de metamorfismo que presenta, debido sin duda a la presencia de rocas eruptivas, granitos y diabasas, que afloran hacia el centro de la depresión. Sin duda, por esta razón, los restos fósiles no se han conservado en estas pizarras, que son completamente azoicas.

De todas formas, la edad geológica potsdamiense, de este conjunto pizarroso, nos parece indudable, por estar comprendidas, en secuencia estratigráfica normal, entre las calizas acadienses y las cuarcitas de la base del Silúrico inferior.

Por otra parte, la formación pizarrosa potsdamiense no es completamente homogénea, sino que localmente presenta tramos más silíceos, hasta llegar a formar verdaderas cuarcitas, y otras veces, al aumentar la riqueza en mica, pasan insensiblemente a micacitas. Sin embargo, nunca llega a perderse por completo la estructura pizarrosa de la roca.

PLUTÓN GRANÍTICO DE GUADITOCA.—Una de las formaciones más notables incluidas en la Hoja de Guadalcanal, lo constituye el plutón granítico de reducidas dimensiones situado al W. de Malcocinado, al S. de la ermita de Guaditoca, que aflora entre las pizarras potsdamienses, quedando en parte recubierto por los sedimentos horizontales del Carbonífero superior.

Esta constituido por un *granito normal*, muy tectonizado (lám. XXI), que en los bordes pasa a rocas de tipo apático. Su afloramiento, mejor dicho, su emplazamiento en la formación potsdamiense, se debió sin duda a la gran fractura profunda de dirección WNW.-ESE., a que ya hemos aludido, quedando limitado al N., casi exactamente por esta falla.

Rodea a la masa granítica una característica aureola metamórfica, en la cual las pizarras potsdamienses se hacen más silíceas, con disyunción astillosa, y son de colores más claros, grisamarillentos. Sin embargo, no llegan a

originarse verdaderas micacitas; se trata de una simple aureola de metamorfismo de extensión limitada o del metamorfismo "regional", propio del fondo de los geosinclinales, que sólo hemos reconocido en las zonas base del Georgiense.

AFLORAMIENTOS DE ROCAS BÁSICAS.—Un elemento muy característico de esta región, asociado al Potsdamiense, lo constituyen los diques de rocas básicas de variada naturaleza: *meláfidos*, *andesitas* y *diabasas* (láms. XXII y XXIII), que afloran en la zona axial del gran sinclinorio localizado en la parte central de la Hoja de Guadalcanal.

Los fragmentos de estas rocas se encuentran con abundancia sobre el terreno, y sus afloramientos revisten, por lo general, el carácter de diques interestratificados en la formación pizarrosa, coincidiendo con la situación de líneas de falla puestas de manifiesto en el estudio fotogeológico de la Hoja.

MACPHERSON suponía (40) que se trataba de rocas interestratificadas, contemporáneas a la sedimentación, y es posible que en algunos casos se trate, efectivamente, de emisiones magmáticas submarinas, por su íntima asociación a las pizarras potsdamienses. Pero pensamos que su situación sobre las líneas de fractura supone más bien que se trata de emisiones magmáticas posteriores, que han atravesado el Potsdamiense metamorfizando en parte sus materiales.

De cualquier forma, es interesante hacer notar que las pizarras potsdamienses presentan un mayor grado de metamorfismo en la zona axial de este sinclinorio, coincidiendo con la situación de los afloramientos de rocas eruptivas básicas, y que sus diques constituyen un elemento importante de la formación potsdamiense, por lo menos en esta región entre Guadalcanal-Alanís y Malcocinado.

SILURICO

Ocupa este sistema, en la Hoja de Guadalcanal, el tercio NE., estando separado del conjunto cámbrico por una línea casi recta, orientada de NW. a SE., y que corta oblicuamente a las alineaciones estratigráficas del Cámbrico medio y superior.

La dirección general de estratificación del Silúrico es, sin embargo, concordante con la del Cámbrico, y no puede hablarse de una verdadera "discordancia angular" entre ambos sistemas, sino más bien de un contacto anormal, de origen tectónico, como luego veremos.

El conjunto litológico del Silúrico se caracteriza por su gran homogeneidad, estando constituido en su mayor parte —salvo una franja en con-

tacto con el Cámbrico— por pizarras metamórficas, arcillosas o micáceas, muy diferentes a las anteriormente datadas como cámbricas.

Se inicia el Silúrico, en su parte SW, por una formación cuarcitosa, que contrasta notablemente con las pizarras y calizas cámbricas sobre las que descansa, y se continúa por una extensa formación pizarrosa, en la que, en el estudio fotogeológico, se diferencia de una banda occidental, asociada a las cuarcitas, que integramos con éstas en el tramo inferior del Ordoviciense, asignando el resto de la formación a los niveles medios de este subsistema.

La estratigrafía de conjunto del Silúrico estaría integrada en la siguiente forma:

Caradoc ?	Pizarras arcillosas o micáceas metamórficas.
Llandeilo	Pizarras arcillosas grises.
Skidawien (Arenig)...	Cuarcitas y pizarras cuarcíticas.

LA "DISCORDANCIA" CÁMBRICO-SILÚRICA.—Se observan algunos hechos que abonarían la hipótesis de una discordancia estratigráfica entre el Cámbrico y el Silúrico. Por una parte, en algunos lugares, el contacto entre ambas formaciones parece realizarse mediante una discordancia angular; por ejemplo, en el cauce del arroyo de Guaditoca, al N. de la Hoja, en las lomas del Encinar. Pero es muy posible que esta discordancia tenga más bien un origen tectónico.

En segundo lugar, los niveles de base del Silúrico son francamente detriticos, están constituidos por cuarcitas, que de una manera general se sitúan discordantes sobre las calizas y pizarras cámbricas. Esta discordancia podría ser debida simplemente a una fase erosiva, por elevación del fondo del mar cámbrico antes de depositarse las arenas (actualmente cuarcitas) con que da comienzo el Silúrico, sin que haya verdadera discordancia angular entre ambos sistemas.

Sin embargo, en contra de la existencia de una tal discordancia estratigráfica, tenemos el hecho —bien significativo— de que la dirección general de estratificación para ambos sistemas es exactamente la misma, como puede comprobarse por los datos consignados en el mapa geológico.

Pensamos que más bien podría hablarse de una discordancia de índole tectónica, consecuente al plegamiento verdaderamente brutal sufrido por todo el conjunto paleozoico inferior (cámbrico-silúrico), frente al cual se comportaron de manera muy distinta las pizarras potsdamienses y las cuarcitas ordovicienses, provocando un verdadero "despegue" de éstas sobre aquéllas, y dando lugar a un frente de cobijadura del Cámbrico por el Silúrico.

En favor de esta nueva interpretación, está el hecho concreto de que, aun siendo concordantes en su conjunto ambos sistemas, la línea que los separa es oblicua con relación a las alineaciones cámbricas. Sin embargo, hemos de consignar que en ningún sitio hemos encontrado indicios de un milonito basal que separe el Cámbrico del Silúrico.

Skidawiense.

Da comienzo la serie ordoviciense con pizarras cuarcíticas de grano grueso, que pasan rápidamente a formar verdaderas cuarcitas, en un tramo que no pasará de un par de metros de potencia.

Las cuarcitas, en bancos gruesos y bien estratificados, presentan un aspecto peculiar, distinto a las demás formaciones regionales, y por su mayor resistencia a la erosión dan siempre lugar a relieves acusados, formando crestas orientadas de NW. a SE.

La roca está fuertemente tectonizada, y por lo tanto muy diaclasada, acusando claramente las fracturas de carácter regional y local, mucho mejor que la formación pizarrosa.

En conjunto, estos niveles de cuarcitas, son similares a los descritos por el Prof. H. PACHECO en el estudio de las hojas colindantes a la nuestra (66, 67), como pertenecientes a la base del Silúrico inferior.

Por nuestra parte, hemos de reconocer que los restos fósiles contenidos en estas cuarcitas son muy escasos y la mayoría de las veces indeterminables. Tan sólo hemos hallado algunas "pistas" que podrían identificarse con *Bilobites* sobre la cara inferior de los estratos de cuarcita, y algunos indicios de la existencia de *Scolithus* perforantes. Sin embargo, a nuestro entender, estos indicios son suficientes para poder asignar con bastante seguridad estas cuarcitas a la base del Ordoviciense, es decir, al llamado Arenig.

Un carácter notable de esta formación cuarcitosa es su discontinuidad, presentándose más bien en lentejones, alineados de NW. a SE., que en estratos continuos, como ocurre en otras regiones de Extremadura. Esta discontinuidad de las cuarcitas se pone muy bien de manifiesto en el estudio fotogeológico de esta región, y también sobre el terreno, pudiendo comprobarse cambios laterales de facies entre las cuarcitas y las pizarras arenosas y arcillosas de color gris, cuyo carácter dominante es su marcada pizarrosidad, separándose fácilmente en lajas o láminas.

Esta formación de carácter mixto, de cuarcitas y pizarras, se continúa hacia el NE., pasando insensiblemente a otros niveles también pizarrosos pero de caracteres muy distintos, que incluimos ya en el Llandeilo. La separación entre ambos tramos se marca muy mal sobre el terreno, pero, en cambio, el estudio fotogeológico pone de manifiesto la división, muy neta,

entre las pizarras skidawienses y las llendeilienses, y ésta es la pauta que hemos seguido para marcar el contacto sobre el mapa geológico.

Llandeilo-Caradoc ?

A la formación de cuarcitas y pizarras, que atribuimos al Ordoviciense inferior o Skidawiense, en sentido amplio, se superpone normalmente una potentísima serie pizarrosa, que lógicamente corresponde también al Silúrico inferior, y que suponemos representa al Ordoviciense medio, Llandeilo y posiblemente al Caradoc.

Se trata de unas pizarras arcillosas, de tonalidades grises oscuras, muy distintas a las anteriormente estudiadas, que se extienden ya sin solución de continuidad por todo el ámbito NE. de la Hoja.

El carácter esencial de esta formación pizarrosa es su monotonía, manifestada tanto en su composición litológica, como en la estructura monoclinial con buzamiento constante al nordeste.

Las pizarras presentan una disyunción típicamente "pizarrosa", con planos paralelos muy bien definidos y sin diaclasado adicional, lo cual hace que se separen fácilmente en láminas. Su grado de metamorfismo no es muy acentuado, y se debió seguramente a simple presión orogénica. Con frecuencia se diferencian en láminas de tonalidades alternativamente claras y oscuras, lo cual se debe a una diferenciación mineralógica secundaria, predominando en las claras el cuarzo y algunos feldespatos, mientras las oscuras contienen biotita, clorita y óxidos de hierro.

A pesar de la monotonía de esta formación, se reconocen cambios de buzamiento locales que alternan con estratos casi verticales, de donde se deduce que no se trata de una única serie continua, sino de un tramo pizarroso muy plegado en régimen isoclinal y totalmente arrasado (lám. VI, fig. 2). Lo único que queda son las raíces de un macizo montañoso que debió existir en esta región a finales del Paleozoico.

El estudio fotogeológico de esta región pone de manifiesto la existencia de numerosas fallas, de las que hemos llamado "longitudinales", algunas muy acusadas, y con el salto de falla bien visible, como la localizada en la sierra del Recuero, y las que más o menos siguen el cauce del río Onza, que discurre en la dirección NW.-SE., de estratificación general de la formación. Estas fallas, una vez localizadas en las fotos aéreas estereoscópicas, se pueden seguir bien sobre el terreno; tal es el caso, por ejemplo, de las que acabamos de citar, y de la que forma parte del límite provincial entre Sevilla y Córdoba.

No hemos podido localizar en toda esta región ningún yacimiento de fósiles, lo cual es de lamentar, pues no disponemos de datos paleontoló-

gicos que nos confirmen la edad geológica asignada a esta formación pizarrosa.

Con todo, la identidad de facies con otras formaciones de pizarras bien datadas en Extremadura y en Sierra Morena, y su disposición estratigráfica sobre el tramo de cuarcitas, nos confirma que se trata efectivamente del Silúrico inferior o más concretamente del tramo medio del Ordoviciense.

Más al E., a la altura de Fuenteovejuna, existe otra formación pizarrosa con *Graptolitos* característicos del Gotlandiense, ni más ni menos que como acontece en Cáceres (32) y muchas localidades de Sierra Morena. En cambio, los pizarrales correspondientes al Ordoviciense son sistemáticamente azoicos.

Esta es la razón principal por la que suponemos que todo este monótono tramo de pizarras corresponde íntegramente al Ordoviciense, quedando de momento sin aclarar si comprende sólo el Llandeilo o también el Caradoc, pues ambas cosas serían posibles.

CARBONIFERO

En toda la región comprendida en la Hoja de Guadalcanal, las formaciones carboníferas son las más modernas, prescindiendo de algún canturreal y terrenos de labor, que eventualmente podrían asignarse al Cuaternario. Esta circunstancia hace del Carbonífero, en esta región, un sistema "clave" para la interpretación geológica y evolutiva del país, pues, como veremos, al conservarse horizontales los estratos del Carbonífero superior, nos demuestran que, con posterioridad a la época de su formación, esta región no ha sufrido ningún empuje tectónico capaz de plegar o tectonizar nuevamente el zócalo paleozoico ya definitivamente consolidado.

En el ángulo nordeste de la Hoja está enclavada la cuenca hullera de Valdeinfierno, cuya edad geológica corresponde al Carbonífero inferior, y que está plegada. Todas las demás cuencas hulleras, situadas sobre el Cámbrico, pertenecen al Carbonífero superior y han quedado completamente horizontales.

La discordancia del Carbonífero sobre el zócalo paleozoico antiguo es evidente, y de naturaleza erosiva, con una clara discordancia angular y formación de un característico conglomerado de base. Las diferentes cuencas hulleras, siempre de tipo netamente "continental", se han formado en depresiones preexistentes, resultado de la denudación del macizo paleozoico cámbrico-silúrico previamente emergido.

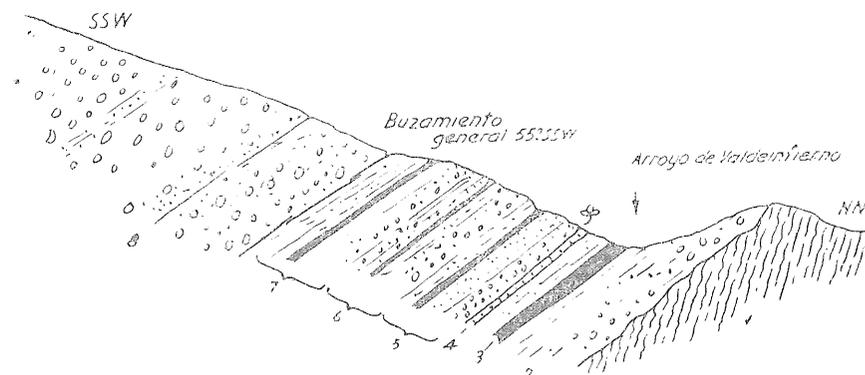
Es muy probable que varias de las cuencas hulleras actualmente aisladas por la erosión posterior —durante toda la era secundaria y terciaria— for-

masen inicialmente cuencas unidas de mayor extensión superficial. Así lo hace suponer su misma edad geológica y la secuencia estratigráfica análoga en muchas de ellas.

Carbonífero inferior: Culm.

La cuenca hullera de Valdeinfierno ocupa una depresión erosiva de las pizarras silúricas y constituye una especie de sinclinal bastante acusado, con buzamientos concéntricos que oscilan entre 40 y 50°, lo cual permite excluir la hipótesis de que se trate de simples fenómenos de subsidencia, pudiendo aceptarse que esta cuenca está realmente plegada.

En su mayor parte está colmatada por pudingas y areniscas interestratificadas, que deben alcanzar una potencia de, por lo menos, 500 metros, pero



Secuencia estratigráfica en la base de la cuenca hullera de Valdeinfierno.

- 1, zócalo paleozoico (pizarras silúricas) arrasado, en el que se formó la cuenca de sedimentación. 2, conglomerado de base discordante sobre el Silúrico, al que se superponen grauwacas. 3, capa de carbón explotada. 4, pizarras y areniscas con flora fósil del Culm. 5, 6, 7, sucesivos ciclos de sedimentación, cada uno de los cuales comprende una capa de carbón que no llegó a explotarse. 8, conglomerados y areniscas o grauwacas alternantes, que forman la parte central de la cuenca.

en la base existe una capa de carbón que aflora en su borde norte, el cual ha sido objeto de explotación durante algunos años hasta su casi total agotamiento.

La secuencia estratigráfica que aparece en este borde septentrional de la cuenca, donde el río Bembezar y su afluente el arroyo de Valdeinfierno cortan los niveles basales, corresponde más o menos a un ciclotema normal, que se inicia por un conglomerado de cantos angulosos, muy cementados, que incluye fragmentos de cuarcitas y pizarras, entre los que se pueden reconocer

los mismos materiales que forman el zócalo paleozoico circundante (lámina VIII). Este banco de conglomerado tiene una potencia que oscila entre 5 y 10 metros.

A continuación viene una serie concordante, con buzamiento de 50-60° al SSW., formada por areniscas, grauwacas y pizarras carbonosas, que termina con una capa de carbón bien definida que fue objeto de explotación, e inmediatamente encima se sitúa una capa de arenisca dura, donde han sido encontrados los restos vegetales fósiles que nos definen la edad geológica de la cuenca como perteneciente al Cuim.

Esta flora contiene esencialmente especies de *Asterocalamites*, *Lepidodendropsis*, *Sphenophyllum saxifragaefolioides*, *Triphylopteris*, *Rhodea* y *Calathiops*, que definen sin ningún género de duda un Carbonífero inferior, Culm. Dicha flora fue estudiada en 1950 por el Prof. JONGMANS (28, 29), habiéndonos limitado ahora a reconocer de nuevo la localidad del yacimiento, que se encuentra casi en el límite de la Hoja, en la entrada a un pequeño transversal de investigación, en la margen derecha del arroyo de Valdeinfierno.

Por encima de esta capa de carbón se repite el ciclo sedimentario, con nuevos bancos de conglomerados, hasta cuatro veces, con otras tantas capas de carbón, muy irregulares, que no pudieron ser explotadas. La explotación de la capa inferior, la de mayor potencia, hubo de ser abandonada también por las irregularidades de la estratificación y discontinuidades, que no permitían obtener el necesario rendimiento.

El resto de la cuenca está colmatada por conglomerados con lechos de areniscas intercalados, que son los únicos que afloran en la parte meridional y occidental de la cuenca, en el arroyo de la Onzuela y en los barrancos que la limitan a occidente.

En conjunto, esta cuenca presenta una sedimentación rítmica en la que se marcan cuatro ciclotemas completos en su parte inferior, que progresivamente van degenerando, con capas de carbón cada vez de menor potencia, hasta que finalmente desaparecen, quedando la sedimentación rítmica reducida a la alternancia de conglomerados y areniscas.

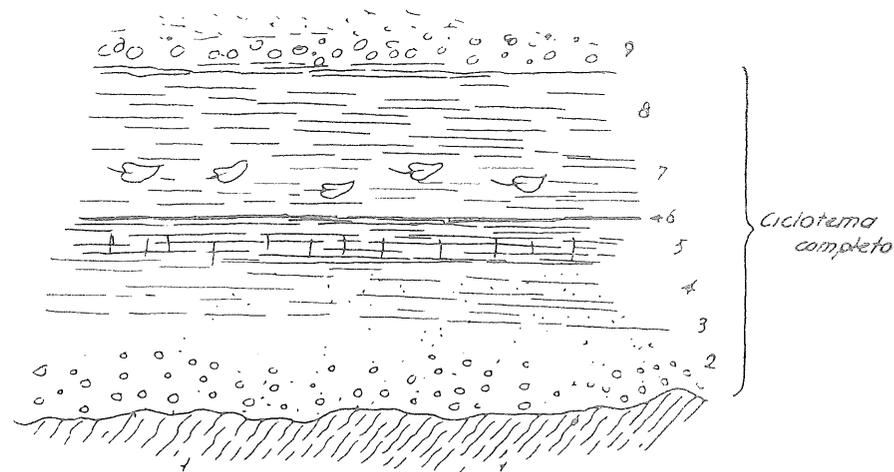
Carbonífero superior: Estefaniense.

El resto de las cuencas carboníferas localizadas en la Hoja de Guadalcanal se agrupan en la mitad occidental, sobre el Cámbrico, casi todas sobre el sinclinorio potsdamiense y sobre las calizas acadienses al N. de San Nicolás del Puerto.

Se caracterizan todas las cuencas por presentar una secuencia estratigráfica muy constante y por la horizontalidad de sus estratos, que no han su-

frido ninguna acción tectónica desde su depósito hasta la actualidad. Además, todas estas cuencas han resultado completamente estériles en cuanto al carbón se refiere, pero en cambio contienen niveles con plantas fósiles que han permitido determinar exactamente su edad geológica, comprendida entre el Estefaniense A y el C.

En general, se inician los sedimentos carboníferos por un conglomerado de base, auténtica pudinga poligénica, en cuyos cantos rodados están repre-



Secuencia estratigráfica normal en la cuenca carbonífera de edad estefaniense, situada al N. de Guadalcanal, que comprende varios ciclotemas sucesivos como el aquí representado.—1, zócalo de pizarras cámbricas arrasadas; 2 y 9, conglomerados que inician un ciclotema; 2, areniscas y grauwacas; 3, pizarras arenosas; 4, pizarras arcillosas; 5, pizarras con raíces fósiles (suelo de vegetación fósil); 6, capa de carbón, que no llegó a formarse en esta cuenca, y de la que sólo quedan indicios; 7, pizarras arcillosas con fósiles vegetales; 8, pizarras arcillosas estériles.

sentadas prácticamente todas las formaciones litológicas del zócalo paleozoico: cuarcitas, calizas acadienses, pizarras cámbricas, grauwacas y fragmentos de granito cataclástico y diabasas (láms. IX y X).

A continuación se desarrolla siempre una serie sedimentaria formada por areniscas y pizarras arcillosas, que forman un verdadero ciclotema en el que falta la capa de carbón.

Ocurre, con frecuencia, que los tramos de arenisca están reemplazados por grauwacas de grano fino, y que en niveles superiores, alejados ya del conglomerado base, también el conglomerado se reemplaza por grauwacas de grano grueso.

Los niveles de pizarras arcillosas pueden llegar a faltar por degeneración del ciclotema; nunca se ha formado verdadera capa de carbón, pero en algunos casos, especialmente en la cuenca de Guadalcanal, en la Cantera de Ladrillos, donde puede estudiarse el mejor corte de la formación hullera, puede reconocerse una delgadísima película carbonosa intercalada entre las pizarras, inmediatamente debajo de los niveles con plantas fósiles.

Las pizarras son esencialmente arcillosas, en ocasiones diríase que se trata de verdaderas *arcillas* apenas consolidadas, que se emplean para fabricar ladrillos. Están bien estratificadas, en lechos de unos dos centímetros de espesor por término medio, y son de coloración variable: gris claro, oscuro, negruzco y también en ocasiones de tonalidades rojizas.

La sedimentación rítmica, en sucesivos ciclotemas, se repite varias veces en cada cuenca, pero la serie más completa se desarrolla en la cuenca de Guadalcanal, al N. de este pueblo, donde al parecer está representado todo el Estefaniense.

La flora fósil recogida en todas las cuencas, cuyo estudio detallado llevamos a cabo en el capítulo dedicado a Paleontología, no deja lugar a dudas sobre la edad estefaniense de todas las cuencas. Existe un neto predominio de *Pecopteris lamurensis*, *paleacea* y *platoni*, junto con otros elementos florísticos, reliquias de la flora westfaliense en los niveles inferiores (Estefaniense A) y otros más modernos, que incluso llegan hasta el Autuniense en la parte superior (Estefaniense C).

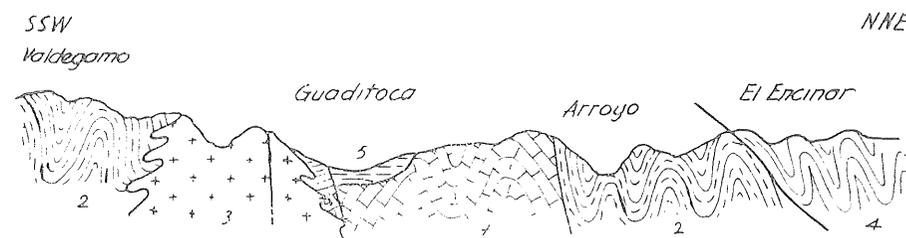
Según puede verse en el cuadro paleontológico-estratigráfico que incluimos más adelante (pág. 62), la edad de estas cuencas no puede ser ni westfaliense ni autuniense, estando netamente representados dos niveles distintos dentro del Estefaniense.

Estudio particular de las cuencas hulleras.

CUENCA DE GUADALCANAL.—Es la más septentrional y más extensa de todas, ocupando una estrecha franja de terreno alineada de ESE. a WNW., desde el plutón granítico de Guaditoca, cruzando la carretera de Guadalcanal a Valverde de Llerena. Su anchura máxima es de 1,5 kilómetros y su longitud sobrepasa los 12 kilómetros.

Esta cuenca comprende la mayor potencia de sedimentos carboníferos de toda la región, y ha sido investigada en profundidad mediante un pozo en el Charco de la Sal, de cuyas escombreras proceden buena parte de los fósiles estudiados. Con todo, la mejor localidad, y donde mejor puede estudiarse su estratigrafía, es en el corte de la Cantera de Ladrillos, donde se explotan las pizarras margosas para fabricar ladrillos y alfarería, y de donde procede la flora fósil más numerosa.

Según se deduce del estudio de la flora fósil recogida, en esta cuenca está representado todo el Estefaniense, desde el A hasta el C, lo cual supone una duración de la sedimentación, en esta región, de unos 25 millones de años, por lo menos. No es de extrañar esta circunstancia, dado que la cuenca ocupa una depresión tectónica formada por la gran falla que pone en contacto anormal el Potsdamiense, al Sur, con el Georgiense, al Norte.



Corte geológico en la cuenca carbonífera de Guadalcanal.

1. Acadiense.—2. Potsdamiense.—3. Granito.—4. Skidaviense.—5. Estefaniense.

El pozo del Charco de la Sal, que llegó hasta el substrato paleozoico antiguo, no cortó ninguna capa de carbón, habiendo resultado esta cuenca totalmente estéril.

CUENCA DE URBANA.—Está situada a mitad de camino entre Guadalcanal-Alanís y Malcocinado, en el Cortijo de Urbana, y corta la carretera en su tercio occidental. Tiene una longitud de unos cuatro kilómetros y una anchura máxima de algo menos de un kilómetro.

En su extremo occidental predominan las pudingas, que forman la base de la cuenca, pasándose hacia el E. a una grauwaca rojiza y luego a los niveles pizarroso-margosos que afloran en la misma carretera y en una cantera abierta para extraer estas pizarras con destino a la fabricación de ladrillos. En el resto de la cuenca predominan las pizarras arcillosas alternando con areniscas y grauwacas.

Por la flora fósil recogida (véase el capítulo siguiente), la edad de esta cuenca debe corresponder al Estefaniense C.

CUENCAS DE ALANÍS.—Comprendemos en esta denominación tres cuencas carboníferas situadas al SW. y al SE. del pueblo de Alanís: la primera (al SW.), la hemos denominado de *Benalija*, por estar cruzada por el río de este nombre; la segunda, está situada al S. del Cerro Gallego, y la denomi-

namos *del Gallego*; la tercera, al S. de ésta y al SE. del *Cerro del Fontanar*, lleva este nombre.

Consideramos muy probable que estas tres cuencas, tan similares por todos conceptos, hayan estado reunidas en una sola cuenca en épocas pretéritas, no siendo, por lo tanto, más que los restos que aún quedan de su fragmentación por la erosión.

La cuenca de Benaiija queda un tanto aislada al W. de la carretera de Alanís a la estación del ferrocarril, y está formada esencialmente por pudingas, entre las que se intercalan algunos niveles de areniscas, especialmente en la parte central, donde predominan grauwacas amarillentas y pardorrojizas, encima de las cuales se desarrolla la serie pizarrosa alternante con arcosas y grauwacas, en estratificación perfectamente horizontal.

Las dos cuencas, del Gallego y de Fontanar, quedan cruzadas por la carretera de Alanís a San Nicolás del Puerto; están formadas ambas por un fuerte conglomerado de base, discordante sobre las calizas y pizarras cámbricas, en el que luego se intercalan lechos de areniscas (lám. X, fig. 2) en estratificación subhorizontal. El tramo pizarroso aflora hacia el SE., y en él recogimos, en el año 1942, un ejemplar con varias pinulas de *Linopteris obliqua*, que ahora nos ha servido para establecer la edad Estefaniense A de estas cuencas, en las que, además, sólo hemos encontrado algunos *Pecopteris*.

CUENCA DE SAN NICOLÁS DEL PUERTO.—Aunque el pueblo de San Nicolás del Puerto queda fuera de la Hoja de Guadalcanal, la cuenca carbonífera en cuyo borde meridional está enclavada, y que por ello lleva su nombre, cae casi completa dentro de esta Hoja, extendiéndose al E. del biohermio cámbrico de La Dehesa hasta las estribaciones de la Loma del Píngano, adoptando forma casi triangular, con una extensión de seis por 4,5 kilómetros.

Esta cuenca es una de las mejor conocidas desde tiempos de MACPHERSON, que le dedicó cierta atención en su estudio del N. de la provincia de Sevilla (40), indicando que descansa sobre calizas cámbricas, y dando de ella una primera secuencia estratigráfica. Ultimamente, W. SIMON recogió ciertos fósiles vegetales, que clasificados por GOTHAN dieron para la cuenca, o al menos para una parte de la misma, una edad Estefaniense C (74). Nuestra recolección de plantas fósiles en esta cuenca ha sido poco afortunada, limitándose a restos de *Calamites* y *Pecopteris* que no invalidan ni confirman la asignación de GOTHAN.

En realidad, la secuencia estratigráfica de esta cuenca se inicia con el consabido conglomerado de base, de carácter grauwáquico y tonalidades rojizas, que lentamente da paso a niveles de areniscas arcósicas y luego a pi-

zarras de color amarillento o pardo, en estratos de unos dos centímetros de espesor, donde hemos hallado los únicos restos de vegetales fósiles determinables.

Al parecer esta cuenca estuvo en tiempos colmatada por un conglomerado muy potente, del que actualmente sólo quedan indicios en un canturral, más o menos extendido por toda la cuenca, y que ha sido desmantelado por la erosión.

Estudiando sobre el mapa topográfico, y en fotogeología, esta cuenca, que se prolonga hacia el W. por un apéndice que casi enlaza con la cuenca de Fontanar, parece evidente que las dos cuencas del Gallego y de Fontanar debieron formar una cuenca única con la de San Nicolás del Puerto. En tal caso, se repetiría aquí la secuencia estratigráfica de la cuenca de Guadalcanal, estando representado todo el Estefaniense: el tramo "A" en su parte occidental, que constituiría la base de la cuenca primitiva, y el tramo "C", caracterizado por la flora determinada por GOTHAN con *Welchia*, en la parte oriental, donde nosotros hemos recogido los *Pecopteris* aludidos.

CUENCAS DE QUIRUELA.—Se trata de tres pequeñas manchas de Carbonífero, situadas sobre la carretera de Alanís a Fuenteovejuna, entre los kilómetros 44 y 48, que sin duda son los restos respetados por la erosión de una antigua cuenca carbonífera existente al pie del Monte Quiruela, situado en el mismo borde de la formación silúrica y formado por cuarcitas, que constituyen la materia prima de los conglomerados que aparecen en todas ellas.

El conglomerado de base está formado por una pudinga de cantos redondeados (lám. X, fig. 1), en la que predominan los bolos de cuarcita, aunque también existen otros de granito y diabasas y de pizarras oscuras. Estos materiales son los únicos existentes actualmente en la más meridional de las tres manchas, pero en las otras dos, sobre el conglomerado de base, aparecen grauwacas pardas, que luego pasan a pizarras amarillentas muy bien estratificadas y laminadas, donde hemos hallado algunos restos de *Pecopteris*.

La cuenca del Cortijo de D. Marcos, la más occidental de las tres, presenta una estructura muy manifiesta en forma de cubeta, con ligeros buzamientos en sus extremos, hacia el centro de la cuenca, que se ponen de manifiesto en el corte de la carretera.

La edad de esta cuenca, sin duda Estefaniense, queda un tanto dudosa, aunque nos inclinemos por considerarla del nivel inferior "A".

IV

PALEONTOLOGIA

En general, las formaciones del Paleozoico inferior, correspondientes al conjunto Cámbrico-Silúrico, de la región comprendida en esta Hoja, son estériles, siendo contadas las localidades donde hemos podido hallar fósiles que nos permitan determinar su edad geológica.

Sin embargo, el *Georgiense* está bien caracterizado por una fauna típica de *Trilobites*, que comprende los géneros *Saukianda*, *Perrector* y *Strenueva*. Inicialmente, esta fauna fue considerada por su descubridor RICHTER (1941) como perteneciente al Cámbrico superior; pero posteriormente se demostró que correspondía al Georgiense (NELTNER & POCTBY, 1947; RICHTER, 1949; TEIXEIRA, 1952; HENNINGSMOEN, 1957).

El límite entre el *Georgiense* y el *Acadiense* está marcado por una serie de biohermios de *Arqueociátidos*, que se intercalan exactamente entre la formación pizarrosa georgiense y la formación caliza acadiense. Aunque de antiguo venía admitiéndose que los *Arqueociátidos* caracterizaban el *Acadiense*, el haberse encontrado luego, en Marruecos, asociados a *Trilobites* del Cámbrico inferior (ROCH, 1950), ha permitido rectificar esta asignación, pudiendo aceptarse, por su situación estratigráfica en la región estudiada, que forman precisamente el límite entre ambos pisos.

La base del *Ordoviciense* queda definida por una formación de tipo "flysch", de cuarcitas, en las que a veces se encuentran trazas de "pistas", asignables a *Bilobites* y *Scolithus*, que caracterizan estos niveles.

En conjunto, pues, podemos disponer de los elementos de juicio indispensables para poder asignar a cada una de las formaciones geológicas del Paleozoico inferior una edad definida.

Por lo que se refiere a las diversas cuencas carboníferas, incluidas en la Hoja a que se refiere esta Memoria, siempre de facies continental, su edad

geológica está perfectamente definida por las abundantes floras fósiles halladas: tanto en el *Culm* de Valdeinfierno, con *Asterocalamites* y *Triphylopteris*, como plantas más representativas, como en el Carbonífero superior (Estefaniense) de Guadalcanal y otras cuencas próximas, donde predominan los *Pecopteris*.

A) GEORGIENSE: Fauna de Trilobites

El yacimiento más rico en *Trilobites*, de los comprendidos en la Hoja objeto de esta Memoria, es sin duda el situado en el Km. 62,300 de la carretera que une el pueblo de Alanís con la estación del ferrocarril. Este yacimiento debe ser el mismo descubierto por RICHTER en 1940, y posteriormente investigado por HENNINGSMOEN en 1952 (*Est. Geol.*, t. XIII, 1957).

En él hemos obtenido buenos ejemplares, casi completos, de *Saukianda*, *Perrector* y *Strenueva*; HENNINGSMOEN, por su parte, encontró algunos *Hyalithes* y Braquiópodos, *Eoorthis* y *Acrotreta*. Anteriormente RICHTER había encontrado otras tres formas nuevas: *Eops eo*, *Camaraspis guillermoi* y *Strenuella insecta*.

En total, la fauna georgiense de Alanís está formada por las siguientes especies:

Saukianda andalusiae R. & E. RICHTER.

Perrector perrectus R. & E. RICHTER.

Eops eo R. & E. RICHTER.

Strenueva sampelayoi R. & E. RICHTER.

Alanisia (Camaraspis) guillermoi (R. & E. RICHTER) (*).

Hindermeyeria (Strenuella) insecta (R. & E. RICHTER) (*).

Hyalithes textor R. & E. RICHTER.

Eoorthis sp.

Acrotreta sp.

En general, sólo se encuentran tegumentos dorsales desprovistos de las mejillas libres, y deformados por las presiones tectónicas sufridas por las pizarras, que dan lugar a formas "alargadas", "ensanchadas" y "asimétricas", según que la presión haya sido perpendicular al eje de simetría del *Trilobites*, en su misma dirección u oblicua. De todas formas, los caracteres específicos son suficientes para poder reconocer las diferentes especies en cualquiera de sus presentaciones.

(*) HUPÉ, en 1952, rectificó la asignación genérica de RICHTER para estas dos especies, creando para ellas los nuevos géneros *Alanisia* y *Hindermeyeria*.

Saukianda andalusiae RUD. & EM. RICHTER.

(Lám. XI, fig. 1).

Hemos hallado algunos ejemplares casi completos de tegumentos dorsales, en los que se aprecian bien los caracteres específicos: glabela trapezoidal, anteriormente redondeada; sutura genal con las ramas anteriores ligeramente arqueadas, y las posteriores muy divergentes; el ángulo de las puntas genales con el borde anterior de las mejillas libres, es casi recto, francamente obtuso en los ejemplares deformados. El tórax comprende 15 segmentos, y el pigidio, pequeño, presenta un raquis poco marcado, y pleuras planas y relativamente estrechas, con costillas pleurales bien marcadas.

Perrector perrectus RUD. & EM. RICHTER.

(Lám. XI, fig. 3).

Los cránidos de esta especie son parecidos a los de *Saukianda*, pero las suturas glabelares y los lóbulos están menos marcados. Las mejillas libres son mucho más amplias que las de *Saukianda*, y las puntas genales son muy reducidas. El pigidio es mayor que el de *Saukianda*, con más segmentos en el raquis, y las pleuras son planas.

Strenueva sampelayoi RUD. & EM. RICHTER.

(Lám. XI, fig. 2).

La glabela es subcuadrangular, ligeramente dilatada en la parte anterior, prominente, de cuyos vértices anteriores parten dos surcos angulares arqueados, que se dirigen hacia delante y hacia ambos lados; estos surcos están mal delimitados en los ejemplares estudiados; en cambio, se marca un surco marginal anterior, como en *Hindermeyeria*, pero de todas formas, el borde de la parte frontal es más estrecho que en este género.

El tórax es muy reducido, con 13 segmentos; este carácter se marca aún más por el hecho de que los únicos ejemplares hallados corresponden a formas "ensanchadas", es decir, que han sufrido presiones tectónicas según la dirección del eje de simetría. El pigidio es muy pequeño.

B) BIOHERMIOS DE ARQUEOCIATIDOS

Intercaladas entre la formación pizarrosa, donde hemos encontrado la fauna de *Trilobites*, y las calizas estratificadas que asignamos al Acadiense, aparecen unos lentejones de calizas masivas, sin estratificación de ninguna

clase, que representan un simple cambio lateral de facies con relación a las pizarras georgienses.

Estas calizas representan un episodio biohermal, y están formadas por acumulación de restos de *Arqueociátidos*, análogamente a como lo están los "arrecifes" de corales en épocas posteriores.

Los *Arqueociátidos* fueron organismos análogos a las esponjas, cuyo esqueleto estaba formado por láminas perforadas, en vez de espículas. Desde los estudios de TING (1937) y SIMON (1939), se admite que su esqueleto era silíceo, y que por un proceso posterior de epigénesis, aparece transformado en calcita, incorporado a las calizas masivas en que ahora los encontramos incluidos.

En 1878, MACPHERSON encontró en el N. de la provincia de Sevilla, en una localidad sin duda próxima a las ahora exploradas por nosotros, un ejemplar de *Arqueociátido*, clasificado por ROEMER como *Archaeocyathus marianus*, pero hasta ahora no se han descrito en detalle las formaciones biohermales, en las que los restos de *Arqueociátidos* son realmente muy abundantes, a pesar de que sólo parecen ser dos las especies representadas, por lo menos en el material estudiado por nosotros. Ambas especies habían sido descritas por W. SIMON, del yacimiento clásico del Cerro de las Ermitas, al N. de Córdoba.

Archaeocyathellus andalusicus W. SIMON (*).

(Lám. XI, fig. 4).

Se caracteriza esta especie por su forma cónico-cilíndrica, con tabiques radiales delgados atravesados por finos poros, con las cámaras verticales estrechas, de forma que tienen, en sección radial, una longitud quince veces mayor que su espesor. Tanto la pared externa como la interna, presentan numerosos poros gruesos, muy próximos entre sí.

El mejor ejemplar que hemos podido obtener es una sección oblicua, en la cual la acción de la intemperie pone de manifiesto las estructuras correspondientes a las murallas y a los tabiques, comprobándose que las proporciones de las cámaras radiales, en sección, son las que corresponden a esta especie.

(*) En la revisión del grupo de los *Arqueociátidos* llevada a cabo por W. SIMON en 1939: "Archaeocyathacea. Die Fauna in Kambrium der Sierra Morena (Spanien)" (*Abh. senckenberg. naturf. Ges.*, 448), este paleontólogo puso de manifiesto que el género *Archaeocyathus* de BILLINGS correspondía en realidad al género *Spirocyathus* de HINDE, por lo cual ha sido necesario crear un nuevo género, *Archaeocyathellus*, para el tipo estructural de *Arqueociátido* con murallas interna y externa unidas por tabiques radiales sencillos.

Archaeocyathellus cf. *eremitae* W. SIMON.

(Lám. XI, fig. 5).

Se caracteriza esta especie por su forma casi cilíndrica en la parte inferior, ensanchada hacia arriba en amplio cáliz. Los tabiques radiales, en las proximidades de la pared exterior, son muy gruesos; entre dos de estos tabiques, en la pared externa, hay dos filas de poros, mientras que en la interna sólo hay una fila. Los poros, tanto de los tabiques como de las murallas, son muy gruesos. Las cámaras radiales presentan, en sección, una longitud aproximadamente doble de su anchura en la parte exterior.

Como en el caso anterior, la sección mejor conservada de esta especie presenta la mayoría de sus caracteres, puestos de manifiesto por acción de la intemperie, notándose principalmente el espesor de la pared interna y de los tabiques radiales; las proporciones de las cámaras aparecen falseadas por la posición oblicua de la sección. De todas formas, las cámaras son más estrechas que largas y no acaban de coincidir exactamente con las proporciones de la especie *A. eremitae*, por lo cual no nos decidimos a identificar completamente el ejemplar con la citada especie.

C) FLORA FOSIL DEL CULM

La gran extensión de Carbonífero continental, que ocupa la parte nordeste de la Hoja, situada en el límite de las provincias de Sevilla, Córdoba y Badajoz, está formada en su mayor parte por pudingas, pero en su base, en el límite mismo de la Hoja, existe un afloramiento de carbón, e inmediatamente encima aparecen unas pizarras de donde procede la flora fósil recogida. El yacimiento principal está situado en un pequeño transversal de reconocimiento, cerca del grupo de casas y del antiguo pozo de extracción de carbón. Los fósiles aparecen sobre unas grauwacas de grano fino, mal estratificadas, pero que conservan en buenas condiciones los restos vegetales.

Este yacimiento ya fue estudiado en detalle por el profesor JONGMANS, en el año 1950, llegándose entonces a la conclusión de que la flora recogida representaba al Carbonífero inferior, Culm. Ahora hemos recogido buenos ejemplares de *Asterocalamites*, *Sphenophyllum*, *Triphylopteris*, *Rhodea* y *Calathiops*, que determinan perfectamente el Culm.

Las especies contenidas en esta flora son las siguientes:

Asterocalamites scrobiculatus SCHL.

Sphenophyllum saxifragaefolioides LEYH.

Sphenophyllum geigense LUTZ.

Stigmaria stellata GOEPP.

Triphyllopteris cf. *minor* JONG. & GOTHAN.

Rhodea cf. *stachei* STUR.

Rhodea cf. *moravica* ETT.

Calathiops cf. *plauensis* GOTHAN.

En las antiguas escombreras de la mina, apenas si se encuentran restos de fósiles vegetales; únicamente se encontró, cuando el profesor JONGMANS visitó este yacimiento, en 1947, un ejemplar de

Lepidodendropsis hirmeri LUTZ.

especie que, como las anteriores, caracteriza el Carbonífero inferior.

Asterocalamites scrobiculatus SCHL.

(Lám. XII, fig. 1).

En los ejemplares correspondientes a la pared basal de los tallos, las costillas son anchas, y en la parte inferior de los nudos presentan unos tubérculos alargados característicos, siendo los entrenudos más anchos que largos.

Los ejemplares correspondientes a partes más elevadas del tallo presentan bordes paralelos, con entrenudos alargados y tubérculos muy bien marcados. Las costillas se prolongan siempre a ambos lados de los nudos, en disposición característica de los *Asterocalamites* del Carbonífero inferior, en contraposición a la alternancia característica de los *Calamites* del Carbonífero medio y superior.

Stigmaria stellata GOEPP.

En los rizomas bien conservados, aparecen cicatrices de raíces secundarias, circulares, y la fina estriación superficial característica de esta especie del Carbonífero inferior.

Sphenophyllum saxifragaefolioides LEYH.

(Lám. XII, fig. 2).

Los fragmentos de *Sphenophyllum* son muy abundantes, pero en general son poco característicos. La mayoría parecen corresponder a esta especie, con hojas profundamente divididas en dos segmentos, los cuales, a su vez, están de nuevo divididos en dos partes. Esta especie es característica del Culm.

Otros ejemplares presentan tallos más estrechos con costillas longitudinales muy marcadas y hojas más delicadas que las anteriores. Estos carac-

teres corresponden a la especie *Sph. geigense* LUTZ, que posiblemente sea tan sólo una forma joven de la anterior.

Triphyllopteris cf. *minor* JONG. & GOTHAN.

(Lám. XIII, fig. 2).

Los fragmentos de frondes de *Triphyllopteris* son muy abundantes, dando, junto con los *Asterocalamites*, la nota predominante de la asociación de plantas fósiles.

En conjunto, pueden aproximarse al *Triph. minor* JONG. & GOTHAN, aunque los lóbulos de las foliolas sean más redondeados y más cortos, con la forma romboidal menos marcada. Es posible que se trate de una especie nueva; al menos ésta fue la opinión del profesor JONGMANS cuando estudió esta flora en 1950, pero la falta de material más completo le impidió decidirse a establecerla. El género es característico del Culm.

Rhodea cf. *stachei* STURR.

(Lám. XIII, fig. 3).

Entre los ejemplares recogidos existe cierto número de frondes laciniados, cuyas pínulas están divididas dicotómicamente en lacinias estrechas recorridas por un único nervio, como corresponde al género *Rhodea*.

La especie presenta lacinias extremadamente finas, casi capilares, con numerosas divisiones dicótomas, que pueden compararse a las de *Rhodea stachei* STURR, especialmente a los ejemplares de Pocono descritos por JONGMANS.

Otros ejemplares, mal conservados, corresponderían, en opinión de JONGMANS, a la especie *Rh. moravica* ETT., sin gran seguridad.

De cualquier forma, el género *Rhodea*, que se suele considerar como un helecho, es muy abundante en el Carbonífero inferior.

Calathiops cf. *plauensis* GOTHAN.

(Lám. XIII, fig. 1).

Se trata de una fructificación de *Pteridospermea*, formada por un eje grueso del que parten ramas laterales que terminan en órganos fértiles divididos en filamentos. El conjunto da la impresión de una cúpula o de un cestillo, relleno de filamentos fibrilares.

De este género se han descrito varias especies, correspondientes todas al Carbonífero inferior; los ejemplares hallados pueden compararse con los descritos por GOTHAN del Culm de Kossberg; con los descritos por LUTZ del Culm de Geigen, y con los descritos por WALTON del Carbonífero inferior de Inglaterra. La especie más próxima es *Cal. plauensis* GOTHAN.

La opinión del profesor JONGMANS cuando estudió esta flora, recogida en 1947 y publicada en 1950, fue que se trataba sin duda alguna del Carbonífero inferior, de un Culm típico, pues no ya las especies, sino la mayoría de los géneros hallados: *Asterocalamites*, *Lepidodendropsis*, *Rhodea*, *Triphyllopteris*, *Calathiops*, son característicos de estos niveles.

Es cierto que con anterioridad a los hallazgos de 1947, se suponía que esta cuenca pertenecería al Hullero superior (CARBONELL, 1917), pero los restos de *Walchia* a que se hacía referencia, únicos hallados entonces, debieron confundirse probablemente con los fragmentos de frondes de *Rhodea*, pues los otros géneros asociados no dejan lugar a dudas.

Los ejemplares ahora recogidos por nosotros, no han hecho más que confirmar la asignación estratigráfica de esta cuenca al Culm.

D) FLORA FOSIL DEL ESTEFANIENSE

Las manchas carboníferas localizadas en la parte occidental de la Hoja, son completamente distintas de la de Valdeinfierno, tanto por su composición litológica, en la que alternan pudingas, areniscas y pizarras arcillosas, como por la flora fósil, en la que predominan los *Pecopteris*, acusando una edad geológica correspondiente al Estefaniense.

De todas las cuencas hulleras, la de GUADALCANAL, que es la más extensa, es asimismo la que nos ha proporcionado mejores ejemplares y más abundantes, procedentes de cuatro localidades distintas: *Cantera de Ladrillos*, sobre la carretera de Guadalcanal a Valverde de Llerena; *Charco de la Sal*, hacia el centro de la cuenca; *Cortijo de la Torrecilla* y *Cortijo de la Marina*.

La flora hallada en la Cantera de Ladrillos es la siguiente:

Sigillaria brardi BGT.
Annularia stellata SCHL.
Sphenophyllum majus BRONN.
Sphenophyllum oblongifolium GERM.
Pecopteris arborescens SCHL.
Pecopteris platoni G. E.
Pecopteris paleacea ZEILLER.
Pecopteris lamurensis HEER.
Calamites undulatus STERNB.

Esta flora tiene un marcado carácter *estefaniense*, por la predominancia de *Pecopteris*, que son los fósiles más abundantes, y por la presencia de

Annularia stellata y *Sigillaria brardi*, pero el hallazgo del *Sphenophyllum majus* (lám. XV, fig. 3) nos obliga a pensar en un Estefaniense bajo, seguramente Estefaniense A.

En el Charco de la Sal hemos recogido los ejemplares de flora fósil en una escombrera de un antiguo pozo abandonado, hallando:

Bothriodendron sp.
Sigillaria brardi BGT.
Annularia stellata SCHL.
Annularia radiata BGT.
Sphenophyllum thoni MAHR.
Pecopteris platoni G. E.
Pecopteris paleacea ZEILLER.
Pecopteris lamurensis HEER.

Basta comparar esta lista con el cuadro de distribución estratigráfica que incluimos, para darse cuenta de que, sobre un fondo de carácter claramente estefaniense, aparecen mezcladas plantas fósiles de dos niveles distintos: *Annularia radiata* y *Sphenophyllum thoni* (lám. XV, fig. 2) son incompatibles en el mismo nivel, pues la primera indicaría Estefaniense A, mientras el segundo corresponde al Estefaniense C. Esto nos demuestra, ya que los fósiles proceden de una escombrera, donde lógicamente estarán mezclados fósiles de todos los niveles atravesados, que en la cuenca de Guadalcanal está representado todo el Estefaniense, y que la flora corresponde con seguridad a los tramos A y C. El tramo B seguramente también existe, pero pasa desapercibido en la flora fósil mezclada.

Las flores recogidas en el Cortijo de la Torrecilla:

Calamites cf. *undulatus* STERNB.
Annularia stellata SCHL.
Pecopteris paleacea ZEILLER.
Pecopteris lamurensis HEER.

Y en el Cortijo de la Marina:

Sigillaria brardi BGT.
Pecopteris lamurensis HEER.
Pecopteris cf. *paleacea* ZEILLER,

nos confirman la edad estefaniense de la cuenca de Guadalcanal, pero no son significativas de un tramo definido. Con cierta reserva asignamos estos yacimientos al tramo A del Estefaniense, por analogía a la flora recogida en la Cantera de Ladrillos.

En la cuenca de URBANA, situada en el cortijo del mismo nombre, a mitad de camino entre Alanís y Malcocinado, sólo hemos encontrado fragmentos de frondes de *Pecopteris* cf. *arborescens*, pero hace años, en 1942, hallamos una pínula de un helecho, que clasificada por el profesor JONGMANS resultó ser de *Neuropteris planchardi* ZEILLER (lám. XX, fig. 1), junto con un resto dudoso de *Walchia* sp.

Todos estos datos coinciden en señalar para esta cuenca un nivel alto dentro del Estefaniense, posiblemente C.

Próximas al pueblo de ALANÍS, se encuentran tres cuencas aisladas, que posiblemente son restos de una única cuenca fragmentada por la erosión. Las hemos denominado de BENALIJA, atravesada por el río de este nombre, al oeste del pueblo; del GALLEGO y de FONTANAR, al sudeste.

La escasa flora que hemos podido determinar se refiere casi exclusivamente a fragmentos de frondes de *Pecopteris* cf. *lamurensis* HEER, y algunas semillas fósiles de tipo *Samaropsis* y *Trigonocarpus*.

En 1942 hallamos, en la cuenca del GALLEGO, un ejemplar con numerosas pínulas de *Linopteris obliqua* BUNB., que fue determinado por el profesor JONGMANS (lám. XX, figs. 2-3), lo cual indica, por lo menos para esta cuenca, un Estefaniense muy bajo, probablemente A. La edad geológica exacta de las otras dos cuencas, dentro del Estefaniense, queda sin determinar, aunque nosotros, por las razones anteriormente indicadas, pensemos en un Estefaniense inferior para las tres cuencas.

Al NE. de Alanís, al pie del Pico Quiruela, existen tres cuencas carboníferas actualmente aisladas, pero que evidentemente formaron en tiempos una sola, y a las que hemos denominado cuencas de QUIRUELA.

La flora allí recogida es muy escasa y está muy mal conservada, en unas areniscas que se intercalan entre pudingas; comprende:

- Pecopteris* cf. *lamurensis* HEER.
- Pecopteris* cf. *paleacea* ZEILLER.
- Pecopteris* cf. *arborescens* SCHL.
- Samaropsis* sp.

Nada concreto puede afirmarse de esta flora, salvo que pertenece al Estefaniense, pero nosotros, por comparación con la hallada en las otras cuencas de Alanís, nos inclinamos por un Estefaniense inferior.

En la cuenca de SAN NICOLÁS DEL PUERTO, situada al N. de este pueblo (el cual queda fuera de la Hoja de Guadalcanal), durante las investigaciones llevadas a cabo por W. SIMON en esta región, recogió una flora fósil, que estudiada por el profesor GOTHAN dio el siguiente resultado:

- Walchia* sp.
- Annularia sphenophylloides* ZENKER.
- Pecopteris* sp.
- Samaropsis* sp.,

lo cual parece indicar un nivel muy alto dentro del Estefaniense.

La escasa flora recogida por nosotros, comprende únicamente:

- Calamites* cf. *undulatus* STERNB.
- Pecopteris* cf. *paleacea* ZEILLER.
- Pecopteris* cf. *lamurensis* HEER.
- Samaropsis* sp.,

y nos confirma que la edad de esta cuenca debe ser la asignada por el profesor GOTHAN, es decir, Estefaniense C.

* * *

Del estudio comparado de la flora fósil hallada en las diferentes cuencas del Carbonífero superior, Estefaniense, comprendidas en la Hoja de Guadalcanal, al N. de este pueblo y de Alanís, resulta que, en su conjunto, corresponde sin género de duda al Estefaniense, según puede verse en el adjunto cuadro.

Sin embargo, es evidente que algunas de las plantas fósiles determinadas son incompatibles para un mismo nivel estratigráfico, viéndose claramente que está representado un nivel bajo, al que hemos denominado ESTEFANIENSE A, caracterizado por la presencia de especies westfalienses que llegan al Estefaniense inferior como una flora residual:

- Annularia radiata* BGT.
- Sphenophyllum majus* BRONN.
- Linopteris obliqua* BUNB.,

y otro nivel alto, que hemos considerado como ESTEFANIENSE C, caracterizado por plantas típicas del Estefaniense superior y aun del Autuniense:

- Walchia* sp.
- Sphenophyllum thoni* MAHR.
- Neuropteris planchardi* ZEILLER.

Sin duda la cuenca situada al N. de Guadalcanal, la más extensa, es también la que contiene la escala más completa estratigráfica del Estefaniense, mientras las demás sólo deben contener niveles bajos o altos, de acuerdo con el carácter de la flora fósil hallada.

Annularia stellata SCHLOTH.

(Lám. XV, fig. 1).

Frecuente en la cuenca de Guadalcanal; se trata de ramas de tercer orden, guarnecidas de verticilos de hojas en cada articulación, y dos rámulas opuestas en un mismo plano, que llevan a su vez verticilos de hojas que forman una roseta.

Los verticilos constan de 15 a 32 hojas, más anchas las centrales que las anteriores y posteriores, lo cual da una sección elíptica característica al verticilo. En el centro presentan una depresión circular profunda; las hojas son estrechas, lanceoladas, espatuladas, libres entre sí, estrechándose bruscamente en el ápice, para terminar en una punta aguda; en la base se estrechan en forma de cuña, quedando en contacto unas con otras, pero sin llegar a soldarse.

La longitud de las hojas varía entre 1 y 5 cm., y su anchura oscila entre 1 y 3 mm. Son uninervias, con un profundo surco central.

Annularia radiata BRONG.

Esta especie, hallada en el Charco de la Sal, está representada por un buen ejemplar que comprende una rámula con tres verticilos de hojas. Los verticilos constan de 8 a 20 hojas, casi todas iguales, por lo que el contorno resulta circular; presentan en el centro una ligera depresión. Las hojas son estrechas, lineales, acunadas hacia la base y libres; tienen de 5 a 20 mm. de longitud y 1 mm. de anchura, con un nervio central poco marcado.

Sphenophyllum thoni MAHR.

(Lám. XV, fig. 2).

Los ejemplares proceden del Charco de la Sal. Las hojas son cuneiformes y planas, grandes, de 15 a 25 mm. de largo por 10 a 20 mm. de ancho; son ovales con el extremo redondeado. La nerviación es muy característica, presentando de 2 a 4 nervios principales en la base, que se subdividen en numerosos nervios secundarios muy arqueados que se extienden hasta el borde de la hoja.

Sphenophyllum majus BRONN.

(Lám. XV, fig. 3).

Los ejemplares, procedentes de la Cantera de Ladrillos, son hojas sueltas, en las que se reconocen bien todos los caracteres específicos.

Las hojas son lisas y cuneiformes, con el borde apical provisto de dientes agudos, donde terminan los nervios resultantes de la división dicotómica del nervio central.

Sphenophyllum oblongifolium GERM. & KAUF.

(Lám. XV, fig. 4).

Esta especie, hallada en la Cantera de Ladrillos, se caracteriza por las hojas pequeñas y muy estrechas, ovaladas, con el borde distal recortado por pequeños dienteillos agudos o romos; a veces son tan profundos que llegan a seccionar parte de la hoja. Las hojas se agrupan en tres pares en cada verticilo.

Lecopteris platoni G. E.

(Lám. XVI, figs. 2-3).

Los ejemplares proceden de la cuenca de Guadalcanal, y son frondes incompletos, con las pínulas bastante espaciadas.

Las pínulas son alargadas, de unos 10 mm. de largo por 2 ó 3 mm., con una relación de 1/5 entre anchura y longitud. Se presentan bastante inclinadas con relación al eje de inserción; nunca son decurrentes ni sus bordes están adheridos.

La nerviación sólo se reconoce bien en la cara superior de las pínulas; consta de un nervio central fuerte, del que parten nervios secundarios espaciados, que se dividen en otros dos muy cerca del punto de arranque bajo un ángulo muy fuerte, prolongándose hasta llegar casi normalmente al borde libre del limbo.

Pecopteris arborescens SCHLOTH.

(Lám. XVI, fig. 1).

Procede, como la anterior, de la Cantera de Ladrillos, reconociéndose fácilmente esta especie por las pínulas en disposición alterna a ambos lados del raquis, perpendicularmente a él.

Las pínulas son pequeñas, de 1 a 2 mm. de anchura por 3 ó 4 mm. de longitud, estando ambas dimensiones en la relación 1/2. Tienen un contorno casi rectangular, ligeramente redondeadas en su extremo, con los bordes laterales paralelos, y se sitúan en contacto unas con otras.

La nerviación, en general bien marcada, presenta un nervio principal que se inserta normalmente sobre el raquis y se prolonga hasta el borde libre del limbo. Los nervios laterales están bastante espaciados e inclinados con respecto al principal, y son siempre rectilíneos.

Pecopteris paleacea ZEILLER.

(Lám. XVII, figs. 1-2-3-4).

Es la especie más frecuente, pudiendo afirmarse que se encuentra en todas las cuencas estudiadas, aunque los ejemplares mejor conservados proceden de las cuencas de San Nicolás del Puerto y Guadalcanal, que son frag-

mentos de frondes y pinnas de último orden, en los que se aprecia el contorno de los bordes laterales sensiblemente paralelos, que en el extremo convergen rápidamente hacia una pínula terminal pequeña.

Los raquis de las pinnas son anchos, con la cara superior estriada longitudinalmente y cubierta de pequeñas espinas.

Las pínulas son rechonchas y pequeñas, de unos 4 mm. de largo por 2 mm. de ancho (relación entre ambas dimensiones, 1/2). Se insertan casi normalmente sobre el raquis, aunque a veces aparecen un tanto oblicuas. Su contorno es subrectangular, con la extremidad distal redondeada. Se disponen muy apretadas aunque sin llegar a superponerse, resultando ligeramente adherentes en su base.

La nerviación es fuerte y bien marcada, con el nervio principal algo decurrente y recto, prolongándose hasta el mismo borde distal del limbo. Los nervios laterales, también muy marcados, son casi rectilíneos, espaciados y poco inclinados respecto al central. Casi siempre son sencillos, aunque algunos se bifurcan muy cerca de su base de inserción, conservando los dos nervios resultantes las mismas características que los sencillos.

Pecopteris lamurensis HEER.

(Láms. XVIII y XIX).

Junto con la anterior, esta especie es la que presenta más amplia distribución en todas las cuencas hulleras, y ambas dan el carácter florístico predominante de la región.

Esta especie presenta pínulas grandes, de 5 a 15 mm. de largo por 2 ó 3 mm. de ancho, estando la anchura y la longitud en relación 1/3. En la región media de las pinnas, las pínulas son alternas y algo inclinadas sobre el raquis; muy poco o nada adherentes entre sí, con el borde superior ligeramente contraído hacia la base, mientras el inferior es algo decurrente. Los bordes laterales de las pínulas ampliamente ondulados, sobre todo en las terminales; en conjunto, convergen hacia el extremo de la pinna, que es redondeado.

La nervión es bien visible, aunque en conjunto sea muy fina. El nervio central es fuerte, ligeramente decurrente sobre el raquis, prolongándose hasta la extremidad libre del limbo. Los nervios laterales parten del central muy inclinados, recurvándose rápidamente para llegar hasta el borde del limbo con muy poca inclinación: se disponen en haces, procedentes de la división sencilla, doble o triple del nervio lateral primario único, terminando cada haz de nervios en un lóbulo u ondulación del borde de la pínula.

Neuropteris planchardi ZEILLER.

(Lám. XX, fig. 1).

El único ejemplar de esta especie es una pínula suelta, recogida en 1942 en la cuenca de Urbana, en un corte de la carretera. Se caracteriza por presentar el nervio central muy marcado, formado por la fusión de los laterales, que confluyen sobre él. Los bordes de la pínula son rectos, su ápice redondeado regularmente, y la base aparece como truncada oblicuamente.

La pínula es idéntica a las figuradas por ZEILLER (flore de Blanzky et du Creusot), y se trata de una especie característica del Estefaniense superior.

En el reverso de este mismo ejemplar apareció un fragmento de una planta, que, en su día, el profesor JONGMANS clasificó como *Walchia* con cierta duda.

Linopteris obliqua BUNB.

(Lám. XX, figs. 2 y 3).

En 1942, hallamos en una de las cuencas carboníferas próximas a Alanís, en la que ahora hemos denominado del Gallego, que cruza la carretera de Alanís a San Nicolás del Puerto, numerosas pínulas sueltas de un *Linopteris*, que clasificado por el profesor JONGMANS resultó ser el *Linopteris obliqua* BUNB.

Las pínulas aparecen sueltas, como es frecuente en los *Linopteris*, y presentan la nerviación característica, reticulada, sin nerviación central definida, aunque la pínula está deprimida en su centro y ligeramente abultada a ambos lados.

La forma general de las pínulas es oblonga, de bordes recurvados y ápice redondeado, con la base de inserción ligeramente oblicua con relación al eje de la pínula.

Se trata de una especie característica del Westfaliense D, pero que, en nuestro caso, debe constituir un caso de flora residual westfaliense en la base del Estefaniense, pues, por otras razones, sabemos que la cuenca del Gallego corresponde al Estefaniense A.

PETROGRAFIA

En capítulos anteriores ya hemos indicado que la característica principal de las formaciones geológicas de esta región es su monotonía petrográfica, de forma que sólo un estudio petrológico y sedimentológico, muy detallado, podría proporcionarnos datos concretos capaces de definir petrográficamente con exactitud cada una de estas formaciones.

Sin embargo, el carácter del trabajo ahora llevado a cabo, una Memoria explicativa de los terrenos comprendidos en la hoja del mapa geológico a escala 1:50.000, no nos permite llevar a cabo un estudio petrográfico tan detallado, y hemos de conformarnos con una simple descripción de la litología correspondiente a cada una de las formaciones geológicas representadas.

Dividiremos nuestro estudio en los tres apartados clásicos, de rocas *eruptivas* o *ígneas*, *metamórficas* y *sedimentarias*, deteniéndonos especialmente en estas últimas, con objeto de definir, con la mayor precisión posible, las diferentes unidades estratigráficas, adoptando criterios más modernos en el estudio llevado a cabo sobre estas rocas sedimentarias.

A) ROCAS ERUPTIVAS O ÍGNEAS

Las rocas eruptivas se presentan, en toda la región, formando batolitos de reducidas dimensiones, o en diques interestratificados entre las pizarras, guardando siempre una íntima relación con las principales líneas tectónicas de fractura.

En la región estudiada, considerada con mayor amplitud que la marcada por los límites de la Hoja, encontramos dos alineaciones de afloramientos

de rocas eruptivas, coincidentes con la dirección general de la tectónica regional, es decir, de NW. a SE.: la principal, al N., está jalonada por los batolitos graníticos de Fuente del Arco (al NW., fuera de la Hoja) y de Guaditoca, prolongándose hasta Malcocinado. La segunda alineación, al S. de la comarca, y completamente fuera de los límites de la Hoja, pasa por Cazalla de la Sierra.

Los diques y afloramientos de rocas eruptivas básicas, *meláfidos*, *porfiritas* y *diabasas*, coincidentes siempre con fracturas y fallas locales, siguen en general la misma orientación NW.-SE., y muchas veces están interstratificados entre las pizarras.

a) ROCAS ÁCIDAS: GRANÍTICAS.

El batolito granítico localizado al W. de Malcocinado, en la margen derecha del arroyo de Guaditoca, al S. de la ermita del mismo nombre, y en el cerro de Valdegamo, está formado por un granito cataclástico, entremezclado con materiales pizarrosos, a veces hasta migmatizados, del Cámbrico superior, con pasos insensibles entre ambas rocas. Además, la masa granítica presenta un diaclasado concordante con la dirección general de estratificación del Cámbrico, de NW. a SE., lo cual enmascara aún más su estructura plutónica.

Se trata de un granito cataclástico de estructura granitoidea, de grano medio, muy tectonizado, compuesto por cuarzo de fuerte extinción ondulante muy cuarteado, junto con plagioclasas pertitizadas; en menor proporción contiene cristales de feldespatos potásicos, principalmente microclina, así como algunos de biotita (lám. XXI, fig. 1).

Como elementos accesorios se pueden observar minerales del tipo de la clorita y el zircón; también se presenta muy abundante la sericita, que se encuentra cementando los cristales de cuarzo y feldespato, mientras que los minerales ferromagnesianos son muy escasos, aunque se hallen presentes en los pequeños cristales de magnetita.

La estructura es típicamente cataclástica y brechoidea, los fragmentos y cristales se muestran muy rotos por la tectonicidad que ha sufrido esta roca.

Es frecuente encontrar también ciertas variantes, como las *aplitas graníticas*, casi siempre descritas como granitos de grano fino, microgranitos, granulitas, etcétera.

Se trata de una roca de estructura sacaroidea de grano fino y de colores claros.

Bajo una estructura panxenomórfica que constituye una roca compuesta de cuarzo y plagioclasa, como elementos esenciales, generalmente idiomorfo

o semi-idiomorfo, aunque la mayoría de las veces no se puede definir ni como idiomorfo ni como alotriomorfo.

Estos elementos se unen íntimamente entre sí, sin que sean cementados por una matriz mineralógica; sólo en menor proporción, y como elementos accesorios, se presentan cristales, principalmente de clorita, como producto de transformación de la biotita; también aparecen restos de este mineral junto con la biotita, así como de sericita y zircón, que generalmente forman inclusiones en los de clorita y moscovita (lám. XXI, fig. 2).

Se podría definir la roca como un ortonesis procedente de la tectonización de un granito muy alterado.

b) ROCAS BÁSICAS.

Incluimos en este apartado todas las rocas eruptivas, de carácter básico, con tonalidades oscuras y verdosas, que se presentan en la región formando diques a lo largo de las líneas de fractura más importantes, y que en ocasiones se han considerado como interstratificadas con las pizarras cámbricas, por haberse originado, seguramente, mediante erupciones contemporáneas a la sedimentación, y en algunos casos tal vez erupciones submarinas.

En general, estas rocas se encuentran dispersas sobre el terreno, en las zonas próximas a sus afloramientos, pero, la mayoría de las veces, hemos podido localizar la situación exacta de los diques y afloramientos de donde procedían, tomando de ellos materiales frescos, que son los que hemos estudiado petrográficamente.

Se trata, en primer lugar, de una roca encontrada entre Alanís y Malcocinado, en las proximidades del cortijo de Los Morenos.

La roca es muy dura y de color grisverdoso oscuro, con estructura microlítico-fluidal, en la que abundan los fenocristales de piroxenos totalmente transformados en clorita y calcita, junto con otros elementos como las plagioclasas básicas y augitas que podríamos considerar como los elementos esenciales; figurando como accesorios especialmente la magnetita limonitizada, ilmenita, apatito, clorita y calcita, que seguramente proceden de una transformación de la uralita ocasionada por la hornblenda. Todo lo anteriormente expresado nos hace clasificar esta roca como un basalto paleozoico, y por lo tanto como un *meláfido plagioclásico* (lám. XXII, fig. 3), que a veces, según hemos indicado, podríamos considerarlo interstratificado o recubriendo en parte los depósitos potsdamienses, aunque probablemente sean de una edad carbonífera, pero imposible de determinar taxativamente.

Una segunda especie petrográfica de aspecto análogo a la anteriormen-

te descrita encontramos próxima, unos tres kilómetros más cerca de Malcocinado.

Bajo una estructura pórfido-microlítico-fluidal (traquitoidea) aparecen una serie de minerales como las plagioclasas, constituyendo grandes fenocristales y microlitos, junto con otros de clorita, magnetita limonitizada, calcita y restos de hornblenda, todo lo cual da un aspecto grisverdoso casi negro a la roca, que se presenta formando filones oscuros de gran dureza y tosqueidad, debiéndose considerar la roca como una *porfirita andesítica* o andesita paleozoica, con una composición muy próxima a las doleritas (lám. XXII, 4).

Finalizamos el estudio petrográfico de las rocas ígneas con la citación de las *diabasitas* de colores verdosos muy oscuros o casi negros, encontradas principalmente en una de las barrancadas que al N. de Guadalcanal dan origen al arroyo de Esteban Yáñez. La roca presenta una estructura porfídica en la que destacan los cristales de feldespatos, piroxenos cloritizados y magnetita con abundancia de productos ferromagnesianos (lám. XXIII, 5 y 6).

B) ROCAS METAMÓRFICAS

Las formaciones petrográficas de carácter metamórfico son muy variadas y específicas, comprendiendo, por una parte, todas las restantes del país, y por otra, casi ninguna de ellas. Es cierto que todos los conjuntos sedimentarios presentan un cierto grado de metamorfismo, pero debemos indicar que éste tan sólo se refiere a un cierto grado de dinamometamorfismo, sin llegar por completo a alterar y cambiar radicalmente la composición petrográfica de la roca primaria, por lo que no podemos considerarlo como tal metamorfismo, al menos considerándolos en un sentido amplio, sino como un simple cambio de estructura por presiones que no llega a definir nuevas especies litológicas, pero sí a diferenciar estructuras, lo que nos obliga a considerar diversos géneros petrográficos; distinguiendo entre las pizarras puramente sedimentarias o simple empaquetado de elementos pelíticos, de las ortopizarras con estructuras modificadas y hasta implicando una ordenación mineralógica en la roca, y las metapizarras como modificación íntegra de estructura y composición. Esta última es la única que podemos considerar como auténtica especie metamórfica, diferenciándose esencialmente de las anteriores por su composición mineralógica secundaria.

Estas consideraciones petrológicas, modernas, nos explican el significado de ciertas publicaciones, anteriores al trabajo presente, en las que se hace una mención especial de los "conjuntos cámbricos grandemente metamorfizados".

Es muy frecuente encontrar trabajos en los que se resalta el alto grado de metamorfismo de las formaciones cámbricas, en los que se describe todo tipo de rocas metamórficas y hasta se trata de un granito estratigráfico, es decir, de retrometamorfismo, como lo hace MACPHERSON, sin atreverse a decir que sea un auténtico granito metamórfico; se habla de diabasas dando auténticas estructuras sedimentarias, sin atreverse tampoco a mencionar tales formaciones, ni siquiera como metamórficas.

Nosotros, por nuestra parte, nos limitaremos a hacer resaltar este hecho y a indicar que los únicos conjuntos que podríamos describir y tratar como verdaderamente metamórficos se encuentran precisamente en el Cámbrico y más estrictamente en el Cámbrico inferior o Georgiense; aún diríamos más, en la base del Georgiense, donde muy localmente es probable encontrar especies litológicas susceptibles de ser descritas como metamórficas, pero no por eso hemos de confundir los orígenes y verdadero significado de estos conjuntos.

Sólo, y a título informativo, describimos dos especies litológicas que, aun considerándolas metamórficas, deben tomarse nada más como justificante de anteriores trabajos.

En primer lugar, y como caso extremo, consideramos lo que vamos a clasificar como una *micacita* perfectamente definida en un tramo de la base del Georgiense. Se trata de un esquisto compuesto por minerales que constituyen en conjunto la clorita, cuarzo y biotita con auténtica estructura pizarrosa y textura pórfido-granolepidoblástica. Los elementos esenciales que contiene son: cuarzo, clorita, moscovita y fenocristales de biotita, y como elementos accesorios podemos considerar los minerales de feldespato, zircón y turmalina (lám. XXIV, 7).

A pesar de todo, se pueden observar bandas de laminaciones sedimentarias formadas por lechos cuarcíticos y micáceos; precisamente en estos últimos, más arcillosos, es donde se ven con más facilidad los abundantes fenocristales de biotita, en parte o totalmente cloritizados, junto con grandes cristales de cuarzo.

En segundo lugar, y desde luego no como caso extremo, hemos de considerar lo que clasificamos como una *metapizarra sericítica*, y que también pertenece, como la roca anterior, al Georgiense inferior. Consiste en una roca de estructura pizarrosa y de textura granolepidoblástica que se constituye esencialmente por sericita, clorita, cuarzo, feldespato, epidota, moscovita, zircón y pirita, principalmente oxidada, estando el conjunto muy cuarteado secundariamente y rellenas estas grietas por pequeños filoncillos de calcita.

Como en el caso anterior, se pone de manifiesto claramente una estructura semi-sedimentaria, por la cual se diferencian ciertas laminaciones mi-

neralógicas, alternando los lechos silíceos, ricos en feldspatos, p'agioclasas y microclina, y los lechos mineralógicamente considerados como más arcillosos, en los que predomina esencialmente la sericita, mientras que el cuarzo se caracteriza cuantitativamente por su escaso porcentaje, aunque de todas formas hemos de decir que, por un lado, estas diferenciaciones pueden ser sedimentarias, pero por otro puede tratarse de una diferenciación mineralógica dentro del sedimento, debido precisamente a las fuerzas que así lo han transformado.

Esta roca, por tanto, obedece a una formación sedimentaria muy tectonicada, en la que se han dejado sentir fuertemente las presiones laterales. Es una especie petrográfica muy próxima a la zona de fuertes plegamientos.

Sin embargo, podemos hacer constar que ambos ejemplares, citados a título puramente descriptivo, han tenido que ser recogidos bien en el centro de un anticlinal dismantelado georgiense, como el primeramente citado, definido entre Cazalla de la Sierra y Alanís, bien en las proximidades de un gran batolito ígneo, como el segundo, próximo al de Guaditoca.

En resumen, hemos de admitir que en la presente Hoja se constituyen especies petrográficas metamórficas, y que un simple aumento de presiones, o temperaturas, capaz hasta de ordenar los componentes mineralógicos de una roca, no es suficiente como para considerar a éstas afectadas de un metamorfismo; es decir, a constituir una meta-roca, sino simplemente una orto-roca más o menos reorganizada posteriormente.

Con todo esto no pretendemos separarnos del criterio general respecto a la comarca, sino más bien aclarar e interpretar los hechos con nuevos criterios, y de esta forma indicar que el grado de metamorfismo regional no es muy excesivo, y solamente define especies petrográficas intermedias entre las rocas epigénicas y las metamórficas propiamente consideradas.

C) ROCAS SEDIMENTARIAS

La petrografía sedimentaria es muy variada, tanto en sus conjuntos clásicos o detríticos como en los autigénicos. Para este estudio petrográfico sedimentario seguimos los criterios de PETTIJOHN, por considerarlos más desarrollados y perfectos, al menos en cuestiones petrográficas, ya que las consideraciones puramente petrológicas sólo las tendremos en cuenta de una manera amplia y en cuanto a su significado estratigráfico puedan interesarnos. Esta es la causa por la que se han considerado, por una parte, las rocas *rudáceas*, *arenáceas* y *lutáceas*, nomenclatura que al tener un significado esencialmente morfológico, creemos más conveniente sustituirlo por el

de *sefitas*, *samitas* y *pelitas*; y, por otra parte, los sedimentos carbonatados, tan enormemente desarrollados en la comarca, prescindiendo de otros tipos petrográficos, como son las rocas silíceas, ferruginosas y carbonosas, que aun estando presentes en la zona, su potencia y significado carecen de importancia.

a) SEFITAS.

Pudingas.—Se distinguen en la Hoja de Guadalcanal dos tipos de pudingas diferentes: las cámbricas y las carboníferas.

Las pudingas cámbricas se caracterizan por presentar bolos cuarcíticos principalmente, aunque también aparezcan los de índole ígnea del tipo de granitos y diabasas.

Estos cantos, muy redondeados, presentando un índice de abroquelamiento de 1, 7 ó 2, lo que demuestra un alto grado de redondez semejante al desarrollado por un régimen marino costero, se encuentran trabados por un cemento arcillo-sabuloso de índole grauwáquica, formado por granos de la misma naturaleza petrográfica que aquellos cantos, junto con otros de gabros, diabasas, aplitas, etc., todos ellos francamente angulosos y entremezclados con cemento de ortosa más o menos alterada, cuarzo, feldespato y algunos piroxenos amarillentos trabados con abundante cemento de naturaleza arcillosa, en el que predominan los minerales de clorita y sericita.

Las pudingas carboníferas se representan por unos cantos extraordinariamente redondeados o esféricos de diámetro no excesivo. Son de naturaleza polimíctica, estando entre ellos representadas las calizas y cuarcitas principalmente, junto con cantos de naturaleza ígnea del tipo de granitos, dioritas, etc., constituyendo las proporciones mínimas, así como aquellos cantos de naturaleza samítica: grauwas y arcosas; todos estos cantos están no excesivamente trabados por un cemento que oscila entre pelítico-sabuloso y grauwáquico.

Estas pudingas se diferencian fundamentalmente de las cámbricas no sólo por su disposición tectónica, sensiblemente horizontal, sino, además, por la trabazón y consistencia de la roca, que es mucho menor en las carboníferas que en las cámbricas, hasta el punto de que mientras en las cámbricas, al intentar partir la masa rocosa, con gran frecuencia se rompen los cantos junto con el cemento, lo que expresa el alto grado de cementación y madurez de la roca, las carboníferas son casi deleznales y un ligero golpe sobre la formación es suficiente para que se desprendan los bolos y se disgregue el cemento arenoso. Asimismo, por la naturaleza de la roca, las coloraciones de las cámbricas son grisáceas o verdosas y la de las pudingas carboníferas

es amarillenta, más o menos rojiza o tabacosa, dada la gran abundancia de elementos férricos que contiene su cemento.

No debemos terminar este apartado sin mencionar, aunque sólo sea de una manera sucinta, las formaciones de fanglomerados cuaternarios constituidos únicamente en las cuencas de los cursos fluviales más evolucionadas. Son en general unas pudingas o graveras groseras, epigénicas, polimícticas, en cuyos cantos se representan todas las formaciones geológicas erosionadas por aquel río, estando generalmente cementadas por una escasa arcilla sabulosa.

Como es natural en estos tipos petrológicos, los cantos presentan una distribución poimodal; los granos del cemento, con un tamaño medio de 1 a 1,5 mm., son muy homogéneos en su fracción detrítica, a la vez que se marca notoriamente la angulosidad en su morfoscopia.

Brechas.—Dentro del territorio delimitado por la zona que nos ocupa, se nos muestran dos tipos petrográficos brechoides, cuya génesis y naturaleza es notoriamente dispar. En primer lugar reseñamos las características fundamentales del conglomerado de base del Carbonífero inferior o Culm; se trata de una brecha polimíctica, constituida por cantos francamente angulosos en los que se representan principalmente las especies petrográficas cámbricas, tanto en sus facies carbonatadas como pizarreñas, estando también presentes aquellas rocas ígneas o metamórficas que se definían en aquellos terrenos; además, aunque en menor proporción, se encuentran bloques igualmente representativos de las especies litológicas silúricas. Todos estos fragmentos se presentan cementados por una pasta de índole pelítica más o menos arenosa.

El segundo tipo de brechas representado en la comarca tiene una extensión muy exigua, lo que restringe extraordinariamente la importancia de estos tipos litológicos; se trata, en general, de las brechas cataclásticas constituidas por brechas de plegamiento, brechas de falla (milonito) y brechas de diaclasado; tales tipos petrográficos podemos significarlos por: la forma paralelepípedica de sus fragmentos, las caras ligeramente romboidales de los mismos, la semejante composición de los cantos y la matriz o cemento en los que se representa por lo general una única especie petrográfica; todos estos caracteres, junto con la anárquica distribución de los mismos, los diferencia de lo que en principio podría confundirse con un conglomerado de base.

b) SAMITAS.

Resulta muy complicado el realizar un estudio completo de las samitas, dada la clasificación tan minuciosa y detallada que se admite en la actualidad para estas especies clásticas. Esta es la circunstancia por la cual tenemos que realizar el estudio un tanto somero, y sólo capaz de definir los principales tipos petrográficos que corresponden a las diferentes formaciones estratigráficas.

Dentro del gran grupo de las ortocuarcitas, encontramos como principal representante la ortocuarcita micácea, especie caracterizada por presentar una estructura pizarrosa y una textura granoblástica. Se podría definir como una samita silicomicaéa, aunque por el tamaño del grano parece que se trata de un estado intermedio entre los grupos de las rocas arenáceas y el de las lutáceas. Sus componentes principales son los granos de cuarzo y calcedonia, junto con la biotita y moscovita, presentando como accesorios cristales de clorita, sericita, feldespato, generalmente plagioclasa, epidota y magnetita.

Esta roca carece casi de una matriz, al menos en sentido amplio, si bien actúa como tal la calcedonia, junto con los pequeños cristales de los minerales accesorios antedichos.

En conjunto se muestra bastante fracturada y bastante tectonizada, lo que ha originado un retículo de grietas, que se pone de manifiesto al estar rellenas de cuarzo diagenésico, o calcita secundaria y minerales micáceos, lo que la presenta cruzada por numerosos filoncillos de estos minerales. Esta especie corresponde al Ordoviciense medio del Cerro de Quiruela, en las proximidades del río Onza.

Otra roca representante de este grupo, y correspondiente a otra gran familia muy cercana a la anterior, constituye las protocuarzitas micáceas del Potsdamiense, habiendo tomado como tipo un ejemplar procedente de la Loma del Puerco, al SE. de Malcocinado.

Se trata de una samita de grano fino, muy próxima al grupo de las rocas lutáceas, con estructura pizarrosa, pero textura granoblástica. Se compone esencialmente de granos de cuarzo y feldespato del tipo de las plagioclasas, y cuanto más numerosos son los granos de cuarzo, es mayor el tamaño de los cristales de feldespato. Como elementos accesorios, que figuran principalmente en la matriz de los granos, se presentan minerales micáceos, como los de sericita, clorita y moscovita, sin dejar de mostrarse también, en este cemento, la sílice secundaria. Son muy escasos los elementos ferromagnesianos, y, aparte de algún cristal de magnetita presentado esporádicamente, se encuentran algunos de óxido de hierro, así como el jaspe limonítico.

siendo muy frecuente que estos elementos férricos se concentren en grietas y fisuras como elementos secundarios a la constitución de la roca.

El segundo gran grupo de las rocas samíticas está representado por una *subgrauwaca* de grano medio, heterogranular, formada esencialmente por fragmentos angulosos de cristales de cuarzo de tamaño medio, aproximadamente del orden de 0,3 mm., y, por lo general, recrecidos por un cuarzo secundario. Se completan los elementos esenciales con trozos de ortopizarras y metapizarras sericíticas, así como de cuarzo secundario y sílice. Son raros los cristales que podían identificarse con el feldespato, probablemente plagioclasa; de todas formas, el grado de alteración de la roca es suficiente como para poder enmascarar los posibles restos feldespáticos, que podrían corresponder a algunas zonas sericíticas que presenta la roca, pero que deben tomarse como el cemento que traba los diferentes granos, puesto que son precisamente los elementos sericíticos los que constituyen la matriz de la roca, junto con abundantes minerales de arcilla, como la illita, caolinita, clorita, moscovita y gran cantidad de óxidos de hierro.

Pasemos ahora a detallar las formaciones arenáceas carboníferas, que son muy variables y complejas, existiendo, en las diferentes cuencas, diversos tipos petrográficos de distinta naturaleza y composición. Las diferencias litológicas no se refieren a las distintas cuencas en sí, que petrográficamente son análogas, sino más bien a la secuencia estratigráfica de cada una.

Como es natural, definidos litológicamente los distintos tramos de una cuenca, sus análogos en otra no son absolutamente idénticos, sino que presentan ciertas diferencias, pero éstas son sólo de detalle y casi nunca capaces de definir tipos petrográficos distintos.

Vamos, en primer lugar, a definir una especie que hemos tomado como tipo en diversas cuencas carboníferas; nos referimos al estudio de una *grauwaca* de la cuenca carbonífera de Guadalcanal; habiendo tomado la muestra en las proximidades de la carretera que une el pueblo de Guadalcanal con el extremeño de Valverde de Llerena, antes de cruzar el río Sotillo, que forma el límite de la provincia, esta carretera cruza una cuenca carbonífera en la cual, hacia el W., se ha abierto una cantera para la explotación de ortopizarras, con gran abundancia de restos fósiles, que aparece coronada por unas formaciones samíticas de este tipo.

Se trata de una roca perteneciente al grupo de los *grauwacas de grano grueso*, cuya estructura no está bien definida, mostrando una textura granolepidoblástica heterogranular, en la que el tamaño del grano es aproximadamente de dos milímetros, siempre subangular, pero con un cierto recrecimiento silíceo secundario, que después ha sido erosionado y, en conjunto, presenta una superficie francamente angulosa.

Los elementos esenciales de esta roca son los granos de cuarzo, fragmentos subredondeados de ortocuarcita de cuarzo, sílice secundaria y ortopizarras sericítica, presentando, como minerales accesorios, los cristales de moscovita, clorita, generalmente en inclusiones de cristales de cuarzo, placas desflecadas de biotita, albita, etc. Además existen en la roca grandes impregnaciones sericíticas o zonas de sericita, que seguramente proceden de la descomposición de los feldespatos. Todos estos fragmentos están cementados por una matriz heterogranular, formada por granitos de sericita, cuarzo criptocristalino, calcita, sílice secundaria y óxidos de hierro, relativamente abundantes (lámina XXIV, 8). Esto nos define la roca como una *grauwaca* no demasiado típica y bastante alterada, aunque el grano sea muy grueso.

Perteneciente a la cuenca carbonífera de Fontanar, en Alanís, se ha tomado otra muestra de los paquetes sabulosos, que ha resultado ser también una *grauwaca*, aunque su grano sea un poco más fino que el de la anterior, lo cual sólo refleja, por el momento, que se trata de un nivel más superior al de la muestra anterior, dentro de un paquete análogo.

Tenemos otra muestra samítica, como ejemplo litológico de la cuenca carbonífera que hemos denominado de Malcocinado-Urbana, por ser éste el nombre de un gran cortijo enclavado en la mancha, próximo a la carretera que une los pueblos de Alanís y Malcocinado.

Esta roca resulta corresponder a una *subgrauwaca* heterogranular de grano grueso, estando éste delimitado por diámetros próximos a los 2 mm., al ser por lo general del orden de 1,7 mm. Su estructura no está bien definida, por lo que prescindimos de ella por no ceñirnos a un tipo concreto que estaría sujeto a muchos errores.

Como elementos esenciales presenta, en primer lugar, el cuarzo, que se muestra en menudos fragmentos generalmente de diámetro relativamente reducido, pero que destaca como elemento esencial dominante, con una estructura francamente angulosa, estando a veces recrecidos secundariamente por este mismo mineral, que se sitúa en prolongación óptica de los granos preexistentes. Otro elemento que entra en la composición de la roca, como esencial, lo forman ciertos fragmentos subangulares o ligeramente redondeados, de una ortocuarcita micácea, en la que predominan los cristales muy pequeños de cuarzo con algunos de moscovita y biotita.

Por último, hemos de citar los fragmentos redondeados, de mayor tamaño, de una ortopizarras sericítica que tiene como esenciales y dominantes los cristales de sericita, clorita, moscovita y biotita. Todos estos fragmentos están cementados por una pasta constituida esencialmente por elementos silíceos, es decir, de un lodolito en el que predominan los minerales, como el cuarzo y la sílice secundaria, aunque también se hallan presentes las lá-

minas de sericita y moscovita, por lo que más propiamente podríamos denominarlo como un lodo-arcillolito. Como elemento accesorio, pero con cierta preponderancia, tiene un cemento secundario de impregnación, formado principalmente por minerales arcillosos, con gran cantidad de óxidos de hierro que colorean fuertemente la roca de tonos más o menos rojizos.

Por último, se aprecian en estas rocas ciertas zonas sericíticas, que al parecer deben proceder de la alteración de feldespatos potásicos con algo de albíta; de todas formas, aunque computáramos toda esta masa de sericita-albíta, su proporción nunca es tan alta como para poder considerar esta roca como una *grauwaca*.

Para concluir esta reseña petrográfica del Carbonífero de la región, debemos tratar otro tipo litológico samítico, que encontramos en la cuenca de Guadalcanal; se trata de una *arcosa* de grano medio heterogranular, en la que los mayores granos tienen un diámetro máximo de un milímetro y corresponden precisamente a cristales de feldespatos. Como componentes esenciales figuran, en primer lugar, los feldespatos, siendo mucho más abundantes las ortoclasas, en parte sericitificadas, que las plagioclasas. Completan la composición de la roca fragmentos angulosos de cuarzo, biotita cloritizada y abundante clorita fresca, muy rica en segregaciones ferruginosas. También se encuentran algunos cristales de epidota, apatito y moscovita que consideramos como elementos accesorios. Todos estos fragmentos mineralógicos se encuentran cementados por una escasa matriz, compuesta principalmente por cuarzo, sílex y clorita (lám. XXV, 9).

c) PELITAS.

Los sedimentos clásticos de menor tamaño en sus componentes, forman el gran grupo genérico de las pelitas o rocas lutáceas de Grabau.

Aunque no sea objeto de este trabajo el realizar un detallado estudio petrográfico, sí que debemos fijar algunos conceptos previos que justifiquen, al menos, la nomenclatura utilizada.

Sabido es que una roca lutácea la podemos definir como un sedimento clástico en el cual el tamaño medio de los granos, al menos en su 50 %, es menor de 1/15 mm., pero dentro de estos tamaños hemos de hacer otra clasificación, atendiendo a la naturaleza de los granos, que viene a su vez reflejada en el tamaño de los mismos.

Cuando la naturaleza de los fragmentos es de minerales silíceos, el tamaño de la fracción detrítica queda comprendido entre 1/16 y 1/256 milímetros, mientras que si ésta es de minerales arcillosos, el tamaño es por lo general siempre inferior a 1/256 milímetros.

En consecuencia, se pueden ya fijar dos tipos de sedimentos pelíticos:

los *lodos* y las *arcillas*, nombres que deben corresponder respectivamente a los americanos de "Silt" y "Clay", ambos tipos simplemente considerados como elementos sueltos, es decir, similares a las gravas, canchales, arenas, etcétera, dentro de las rocas clásticas del tipo de las rudáceas y arenáceas. Estos elementos sueltos, al mezclarse con agua, forman lo que nosotros llamamos barro, que a su vez corresponde al "Mud" americano.

Los dos grupos lutáceos forman, por sí mismos, rocas diferentes al trabarse y endurecerse, constituyendo respectivamente los "Siltstone" y "Claystone", que por construcción gramatical debemos traducir por *lodolitos* los primeros, y *arcillolitos* los segundos. Tanto unos como otros, una vez definida su textura y naturaleza, pueden ya originar tipos petrográficos diferentes, según ciertas condiciones estructurales, ya sean originales, ya adquiridas.

Así los lodolitos y arcillolitos, cuando sufren una reorganización de sus componentes por simples presiones, es decir, cuando adquieren una fisibilidad, constituyen lo que venimos llamando *ortopizarras* o pizarras sedimentarias, cuya denominación americana debemos hacerla similar y correspondiente a "Shale". Estas ortopizarras, tanto arcillosas como silíceas, pueden tomar estructuras del tipo de laminaciones de segundo orden, al aumentar las presiones y temperaturas, es decir, que no nos referimos a laminaciones sedimentarias o de primer orden, sino a las adquiridas por un pequeño grado de metamorfismo, y en este caso la ortopizarra da lugar a una argilita que corresponde al término Argillite.

Por último, cuando las argilitas sufren un cambio, no sólo en su textura y estructura, sino también en su composición mineralógica, y por lo tanto el metamorfismo aumenta creando esquistosidades y pizarrosidades por recristalización, se definen las *metapizarras* o "Slate" como denominación análoga.

Establecidos estos tipos de nomenclatura, podemos definir las diferentes especies petrográficas de la región, según las elegidas como más características y típicas por cada uno de los pisos estratigráficos representados en la Hoja.

En primer lugar hemos de tratar de *ortopizarras arcillosas* caracterizadas en el Georgiense, que presentan una estructura pizarrosa, aunque con una textura compacta y masiva; tienen por lo general coloraciones verdosas o grisverdosas, no se aprecian líneas de sedimentación, ni laminaciones, ni mucho menos una ligera fisibilidad o esquistosidad. Su composición en elementos esenciales la hacen los minerales de arcilla: clorita, caolinita, algo de sericita, algunos cristallitos de cuarzo y sílice secundaria en forma de calcedonia y ópalo. Como elementos secundarios o accesorios, contiene cristales de piritita y laminillas de clorita y moscovita.

En segundo lugar, podemos citar las ortopizarras potsdamienses de tonos claros y rojizos, más o menos intensos, según sus componentes férricos, arenosos y caoliniticos. Estas ortopizarras, petrográficamente arcillosas, corresponden casi al mismo tipo descrito anteriormente, diferenciándose tan sólo en caracteres secundarios, como el color, la mayor proporción de elementos férricos y el aspecto general, que obligan a diferenciar los dos conjuntos, pero que, de una manera teórica, es imposible distinguirlos.

Se trata de una *ortopizarra arcillosa*, con estructura pizarrosa y textura poco definida por los porcentajes de elementos accesorios, tanto de alteración como de impregnaciones posteriores. Su composición esencial son los minerales de arcillas, sericitas, micas, micas arcillosas e hidróxidos de hierro, junto con algunos cristales de cuarzo y sobre todo la proporción de jaspe limonítico, que es capaz de diferenciarlas de cualquier otra ortopizarra arcillosa de la comarca.

Otros ejemplares, correspondientes a la misma especie petrográfica, lo constituyen las ortopizarras arcillosas del Silúrico. Estas rocas presentan una estructura pizarrosa y una textura que podíamos definir como granolepidoblástica. Está formada por minerales arcillosos, clorita, sericita, óxidos de hierro y cuarzo secundario.

En las proximidades del río Sotillo encontramos otro tipo de ortopizarras arcillosas, más concretamente de ortopizarra micácea, perteneciente al Ordoviciense inferior. Esta roca presenta, a simple vista, dos variedades diferentes; por un lado parece ser una roca pelítica de grano grueso, próxima a las samitas, mientras que por otro muestra estructuras especiales que la aproxima mucho al tipo de las argilitas, y casi al de las metapizarras. En realidad se trata de una argilita u ortopizarra algo metamórfica con estructura pizarrosa y textura porfidolepidoblástica, aunque algo cornubianítica. Como elementos esenciales, presenta cristales de cuarzo, moscovita, biotita en cristales grandes y clorita; como minerales accesorios, los cristales de zircón y turmalina muy escasamente, siendo los de feldespato más frecuentes. No se puede hablar de una auténtica laminación, en su estructura, como resultado de una ordenación mineralógica, posterior a la constitución de la roca; pero si esto no es debido a presiones posteriores, sí son debidas a ellas un gran número de pequeñas grietas y fisuras sensiblemente paralelas, que por fuerzas posteriores de distensión han diferenciado en parte la reorganización mineralógica de la roca, creándose luego bandas, lechos y laminaciones secundarias al agruparse en las proximidades de estas grietas los minerales ferromagnesianos, micas, biotita, clorita, etc., por una simple emigración, dejando unos lechos intermedios en los que se agrupan los cristales de cuarzo principalmente.

Todas estas consideraciones dan por resultado la creación de unas laminaciones claras y oscuras que no tienen nada que ver con su origen sedimentario, pero que implican una clara pizarrosidad a la roca, y es la causa que hace que las clasifiquemos como una *argilita* u *ortopizarra* algo metamórfica.

Los sedimentos pelíticos carboníferos presentan una extraordinaria identidad en todas las cuencas. Se presentan en pequeños paquetes de a lo sumo tres o cuatro metros de potencia, donde estos depósitos pelíticos se estratifican con espesores de 1 a 4 cm., que en las superficies externas se hacen deleznales y pulverulentos al researse.

Por lo general tienen un color gris claro, aunque en fractura reciente sea más oscuro por la gran humedad que encierran estas pelitas y que a la vez las hace más compactas. Sólo en determinados puntos, estos sedimentos pelíticos están impregnados por óxidos de hierro que les comunican una mayor dureza, así como coloraciones rojizas intensas. Podemos considerarlas como una ortopizarra arcillosa, muy compacta, en la que no se aprecia ninguna estructura secundaria del tipo de laminaciones, esquistosidades, fisibilidades, etc. El tamaño del grano es reducido, como corresponde a los materiales que constituyen la roca, esencialmente compacto, compuesto por minerales de arcilla, clorita y abundante caolinita; en menor proporción, casi inapreciable, se presentan algunos fragmentos de sílice secundaria, algo de calcedonia y ópalo. La muestra analizada presenta unas impregnaciones muy fuertes de óxidos de hierro, principalmente hematites, las cuales son causantes de ciertas tonalidades rojizas que se aprecian al contemplar el ejemplar.

d) ROCAS CARBONATADAS.

Son numerosos los tipos de sedimentos carbonatados representados en la zona que nos ocupa; los analizaremos por separado, de acuerdo con la clasificación genético-descriptiva de PETTIJOHN, dada su importancia y especial significado.

Calizas organógenas.—Dentro del grupo de las calizas autóctonas o endogénicas de Grabau, tienen una especial y característica representación en la comarca las *calizas biohermales* o *klintinitas*, que corresponden al grupo de las organógenas dentro de los sedimentos carbonatados bioquímicos.

Las calizas biohermales, litológicamente hablando, forman, por su estructura peculiar, los biohermios o calizas de animales o vegetales capaces de constituir una litología especial y característica en determinados lugares (lámina XXV, 10).

Es digno de tener en cuenta el hecho de que los únicos restos orgánicos

encontrados hasta la fecha, tanto por MACPHERSON, en el siglo pasado, como los hallados por SIMON y los nuestros propios, durante la realización del presente estudio, corresponden a *Arqueociátidos*, que si bien son los causantes de las estructuras típicas de los biohermios en cuestión, no lo son de la constitución calcárea que lo define.

El profesor THING demostró en 1937, con sus investigaciones microscópicas, que los *Arqueociátidos* no eran más que esponjas silíceas que posteriormente han sufrido un proceso de epigénesis capaz de transformar aquellas colonias silíceas en depósitos de caracteres calcáreos, tal y como ya lo había supuesto RAUFF, en 1893.

Los sedimentos calizos capaces de aportar los cationes cálcicos correspondientes para la transformación, son los originados por la acción de algas o bacterias que, en íntimo contacto con estos biohermios, aportan los elementos necesarios para que la epigénesis transforme aquellos sedimentos silíceos en calcáreos.

Calizas biogénicas.—Prácticamente podemos englobar en este grupo el resto de los sedimentos carbonatados representados en las formaciones calcáreas acadienses, si bien no todos han de tener por fuerza un mismo origen.

Por una parte, encontramos las calizas íntimamente ligadas con los conjuntos de *klintinitas*, constituidos por depósitos calcáreos de origen biogénico, especialmente por algas del grupo *Spongioestromata*, que si no poseen un esqueleto calcáreo, sí son capaces de segregar el carbonato cálcico fuera de su tejido celular. En nuestras investigaciones paleoestratigráficas no hemos podido identificar el *Criptozoon proliferum* HALL, correspondiente al grupo *Spongioestromata*, que SIMON encontró en el biohermio del E. de Alanís.

De todas formas, podemos incluir en este grupo ciertas calizas, cuya estructura y morfología obedece fielmente a las láminas de la colección SIMON, del Museo Senckenberg, sin que por esto debamos ya admitir que se trata del grupo *Spongioestromata*, ya que si bien su textura externa es análoga, no ha sido posible reconocer la concetricidad de las distintas capas ni sus formas cónicas tan características (lám. V, 1).

A pesar de todo, como decimos, su textura está íntimamente relacionada con la descrita por SIMON, y es muy difícil encontrar otra explicación para tal aspecto y estructura de la roca, según lo atestigua el no paralelismo de las distintas láminas, la identidad litológica de las mismas, etc.

En segundo lugar, hay que distinguir las calizas masivas o relativamente masivas, pero bien estratificadas, sin ninguna diferencia en la constitución íntima de cada estrato, las cuales no pueden ser analizadas en particular por

sus laminaciones o estructuras especiales, ya que no poseen tales caracteres. Estas calizas debemos presentarlas íntimamente ligadas a las que acabamos de determinar, y, por lo tanto, agrupadas con los sedimentos calcáreos biogénicos, y dentro de ellos también englobarlas en el grupo de las calizas fitogénicas, ya que su origen, si no es debido directamente a las algas, sí está relacionado con su biología.

De esta manera, las mismas algas calcáreas del grupo *Spongioestromata*, por una parte, originan, ellas mismas, un tipo de sedimentos, el anteriormente analizado, y por otra parte, su biología da lugar a otros depósitos calcáreos diferenciados esencialmente de aquéllos, no sólo por su origen, sino por su textura distinta en una neta estratificación.

Es lógico que la acción vital de estos organismos por fotosíntesis, necesite tomar el anhídrido carbónico de los bicarbonatos cálcicos, y, por lo tanto, favorezcan la precipitación del carbonato cálcico. En ésta la causa de que, al mismo tiempo que se constituyen auténtimos biohermios de algas, su biología dé lugar a la constitución de depósitos calizos de distinto origen y aspecto.

Nos queda aún para concluir este apartado, tratar del grupo zoogénico, en el que debemos incluir otros tipos sedimentarios reconocidos en esta zona. Primeramente debemos considerar la caliza biogénica bacteriológica, o con más exactitud, caliza microbiológica, ya que es prácticamente imposible demostrar la existencia del supuesto *Bacterium calcis* DREW, que este autor estableció en 1914; sin embargo, BAVENDAMM, en 1932, demostró el papel tan importante que desempeñan las bacterias en la precipitación del carbonato cálcico y hasta magnésico.

Sin duda, debe tratarse de bacterias desnitrificantes que al producir amoníaco, éste reacciona con el anhídrido carbónico del agua del mar, para formar el carbonato amónico por un lado, y el hidróxido amónico por otro; el primero reacciona simultáneamente con las sales cálcicas, cloruros, sulfatos, etc., precipitando el carbonato cálcico y permaneciendo en disolución las sales, cloruros, sulfatos, etc., amónicos; el segundo, es decir, el hidróxido amónico, a su vez reacciona con las soluciones de bicarbonatos cálcicos, para originar también la sedimentación del carbonato cálcico y la solución del carbonato amónico correspondiente.

Por otra parte, no es sólo imprescindible y necesaria la existencia de un *Bacterium calcis*, sino que también es conocida en demasía la acción bacteriana en la putrefacción de la materia orgánica, aunque el proceso químico no sea análogo al reseñado anteriormente.

Es muy probable que ambos procesos bacteriológicos hayan tenido un especial desarrollo en la constitución de las calizas que estamos considerando,

y eso explica las texturas franjeadas, en retorcidas láminas claras y oscuras, de ciertas calizas, y sobre todo las texturas grumelares o de "calizas rizadas", según las llama W. SIMON en estos depósitos, tan íntimamente ligadas con las calizas bituminosas, de análogo proceso formativo.

No obstante, la existencia de las calizas, que atribuimos a procesos bioquímicos o bacteriológicos y que presentan una estructura en finas y replegadas láminas claras y oscuras, admiten un proceso formativo diferente, según reseñan los profesores R. RICHTER y S. TABOR, que lo estudiaron detenidamente en 1929-30, y posteriormente SCHÖHLEBEN, en 1934, y DIENEMANN, en 1935. Según estos autores, el proceso que refleja esta estructura se debe, tan sólo, a fenómenos de separación de los materiales cálcicos puros y calco-orgánicos, o calco-carbonosos, proceso que asemeja al de separación del agua y la arcilla en este complejo, con reducción de la temperatura, hasta congelación.

Por nuestra parte, diremos que nada tiene en contra el origen de los sedimentos calcáreos que estamos estudiando con la textura especial que posteriormente puedan tomar tales depósitos, sin que por eso dejemos de señalar la diferencia y casi imposibilidad de comparar el sistema arcilla-hielo con el carbón-calcita, especialmente teniendo en cuenta que en las épocas cámbricas no padrían influir de tal modo los cambios de temperatura, y si no ¿cómo es posible la separación del carbonato cálcico puro de la materia orgánica?, ¿no se ha originado comúnmente a lo largo de toda la historia geológica la caliza bituminosa?; sólo un cambio climático brusco y rítmicamente brusco podría efectuar tal proceso de diferenciación, pero la facies general de los conjuntos cámbricos denuncia la no existencia de tales cambios climáticos capaces de realizar esta separación postsedimentaria.

Calizas químicas.—Analizados sucintamente los distintos tipos de *calizas bioquímicas*, tanto las *organógenas* como las *biogénicas*, debemos hacer mención de la existencia de otros tipos pertenecientes al grupo de las *calizas químicas*, aunque no merezcan una especial dedicación estos depósitos de ónix calcáreos, tobas, travertinos o caliches, ya que la extensión y potencia de tales depósitos no es lo suficientemente amplia como para constituir formaciones independientes y, sobre todo, teniendo en cuenta su cronología, que los separa totalmente del resto de los sedimentos, por ser éstos contemporáneos y muy localizados.

Calizas alóctonas.—No se puede definir ningún sedimento calcáreo alóctono, puesto que su expansión es muy restringida y sólo persistente en determinados puntos.

Tan sólo cabría la posibilidad de tratar de los sedimentos de *calcirru-*

dites, pero parece más apropiado tratarlos dentro de los conjuntos conglomeráticos cataclásticos, ya que, así en su totalidad, pertenecen a milonitos dentro de las formaciones calcáreas, en los cuales los bloques puntiagudos presentan una típica auto cementación de calcita, que les da un aspecto peculiar, sin mencionar el pintoresquismo particular de estas brechas cataclásticas.

Calizas híbridas.—Un especial detenimiento en el estudio petrológico, lo requieren las calizas híbridas o depósitos calco-pelíticos de la Hoja.

Sabido es lo raro que resulta encontrar tipos petrográficos o especies litológicas puras; es mucho más frecuente hallar las formas híbridas como mezcla de dos o más términos finales de una serie.

Así, dentro de la gran familia de las rocas carbonatadas, un papel muy importante lo desempeñan, sobre todo por su abundancia, los sedimentos cálcicos híbridos, teniendo tan sólo en cuenta aquellas mezclas cálcico-pelíticas que como mínimo contengan un 25 % de carbonato cálcico.

Petrográficamente, se puede deducir la existencia de toda una serie entre calizas, calizas margosas, margas propiamente dichas, margas arcillosas, arcillas margosas y arcillas puras, pero no es nuestro objeto diferenciar un tanto analíticamente estas especies petrográficas, sino expresar los procesos petrogénicos que han podido ocasionar estas formaciones.

Debemos, *a priori*, prescindir de aquellas especies masivas o bien estratificadas, pero sin diferencia alguna en la constitución de estos estratos, aunque sólo una ligera detención en el proceso sedimentario, es suficiente para originar esta separación de estratos.

Parece ser que estos sedimentos se han originado por un aporte continuo de materia arcillosa o pelítica, contemporáneo a la precipitación de carbonato cálcico. Sin embargo, la existencia de calizas tabeadas o pizarrosas en capas finas de 1 a 5 cm. de potencia, alternando con calizas margosas o francamente margas, y a veces hasta margas arcillosas, pudieran tener un origen distinto (lám. V, fig. 2).

Ya MACPHERSON, en 1879, señaló la posibilidad de una sedimentación lenta en un medio de aguas tranquilas, como muy bien explica SIMON, en 1939, haciendo la consideración de la distinta cantidad de elementos arcillosos transportados por los ríos al mar al cabo del año, mientras que en éste la precipitación de carbonato cálcico permanece constante a lo largo del mismo.

Pero podemos señalar dos circunstancias: primera, que la diferencia de los sedimentos arcillosos transportados por los ríos en las épocas de mayores caudales y las de menor poder de arrastre, son mínimos y, por tanto, im-

perceptibles en la sedimentación; además, a lo largo del año deberían formarse cuatro estratos diferentes: uno calizo durante el invierno, de poco arrastre fluvial; otro margoso por los transportes de las lluvias de primavera; un nuevo estrato calizo durante el verano y nuevos depósitos margosos durante el otoño; ¿cómo es posible que cuatro estratos, es decir, una formación de unos 20 a 30 cm. de potencia se deposite tan solo en un año? Como segunda circunstancia, se pretende corroborar la teoría con la idea de que en el verano la precipitación del carbonato debería ser más intensa por el aumento de la temperatura y, por tanto, incrementar la evaporación. No podemos admitir tal teoría, ya que es imposible suponer un mar tan sumamente salino como para provocar una mayor precipitación de los carbonatos, lo que haría que estuviese en estado de saturación, al menos para los carbonatos cálcicos.

Hemos de admitir entonces, una sedimentación rítmica, que refleje no los cambios estacionales del año, sino más bien alternancias climatológicas de una mayor duración, pero siempre en un medio muy tranquilo, como lo atestiguan estos estratos, en los que los movimientos de aguas no son capaces de remover los sedimentos, sino simplemente modificar la superficie de estratificación, dando lugar a toda una serie de ripple-mark y para-ripple-mark que siempre coincide con la separación de los estratos, es decir, que solamente en el momento de ocurrir estos cambios climatológicos se ha ocasionado una corriente reflejada en aquellos sedimentos (láms. IV, 1, y VI, 1).

Es posteriormente cuando ciertas presiones efectuadas en los sedimentos sin consolidar repliegan estos paquetes y les hacen tomar el aspecto tan característico que presentan estos estratos.

Es frecuente encontrar los estratos alternantes, o tableados, no sólo paralelos entre sí y más o menos planos, sino plegados y replegados ampliamente, y a veces encontrar en estas ondulaciones roturas perpendiculares a la estratificación.

No creemos necesario admitir, con SIMON, que este fracturado sea debido a presiones de los propios sedimentos, basándose en que las roturas sólo afectan a los paquetes arcillosos, y en estos lentos empujes, las arcillas obran de forma más rígida que las calizas.

Nosotros, en nuestras observaciones sobre el campo, en ciertos lugares en que hemos reconocido estas estructuras y otras análogas, hemos podido ver que tales roturas afectan a ambos estratos, que sólo se conocen en las arcillas por haberse rellenado posteriormente de calcita, y en estos paquetes ser más marcada la diferencia litológica que en aquéllos.

Además, se pueden observar, como lo hizo SIMON, los dos sistemas or-

togonales de fracturas, separadas aproximadamente unos 45°; todo lo cual hace pensar en un movimiento tectónico, que al igual que los sistemas de fallas, que afecta a todo el conjunto, crean otro sistema de diaclasas o pequeñas roturas capaces de modificar, en detalle, la estructura íntima de los depósitos.

VI

TECTONICA

Al parecer, la formación cámbrica descansa discordante sobre un Precámbrico, que no hemos podido reconocer en la región estudiada, pero que, según MACPHERSON, estaría formado por cuarcitas, filitas, micacitas, granitos y neis.

Un indicio de esta discordancia podría ser el fuerte conglomerado de base del Georgiense, que aflora al N. de la cuenca carbonífera de Guadalcanal, formado por cantos rodados y redondeados de cuarcitas, granitos, diabasas y micacitas, con un cemento grauwaquico de tonalidad verde oscuro, rico en clorita.

Sobre este zócalo precámbrico se depositaron los conjuntos sedimentarios que forman los tres pisos del Cámbrico: el *inferior*, formado por pizarras arcillosas verdes; el *medio*, constituido por calizas, y el *superior*, esencialmente pizarroso. Precisamente el *Acadiense*, por su diferencia litológica más acusada, es el que tomamos como nivel-guía para definir la estructura del Paleozoico inferior.

Un arribamiento monótono de NW. a SE., con marcada vergencia al NE., de todas las formaciones correspondientes al conjunto cámbrico-silúrico, caracteriza la estructura monoclinial del conjunto, que, al ser analizado con mayor detenimiento, toma la configuración de un amplio sinclinorio cámbrico, enlazado al SW. con un anticlinorio, que comprende numerosos anticlinales y sinclinales, cuyos planos axiales, sin perder la vergencia general al NE., convergen sensiblemente hacia el eje del sinclinorio.

La parte NE. del sinclinorio queda limitada, en la Hoja de Guadalcanal, por la formación del Silúrico inferior, que, en régimen también isoclinal, parece cobijar a los terrenos cámbricos.

Puesto que las cuencas carboníferas de edad estefaniense, localizadas en esta región, presentan una estratificación sensiblemente horizontal, hemos de buscar el origen de estos plegamientos en las orogénias anteriores a

la fase astúrica, ya que la fase urálica, póstuma de la orogenia herciniana, y con mayor razón cualquier fase de la orogenia alpidica, habría afectado también a estos sedimentos del Carbonífero superior.

El primer punto a dilucidar es si realmente existe una discordancia entre el Cámbrico superior y el Silúrico. Evidentemente existe una discordancia tectónica, debida al despegue de los niveles de cuarcitas de base del Ordoviciense sobre las pizarras cámbricas, que se pone de manifiesto por la oblicuidad de la línea de contacto entre ambos sistemas, con relación a la dirección general del plegamiento, NW.-SE.

Diversos autores admiten una discordancia erosiva entre ambos sistemas, denunciada por la presencia de los potentes bancos de cuarcitas localizados en la base del Ordoviciense, que locamente pueden estar reemplazados por pudingas. Debió ser la fase orogénica sárdica la responsable de esta discordancia, exaltada posteriormente por efectos tectónicos.

Puesto que el régimen general de plegamiento es el mismo para el Cámbrico que para el Silúrico, es lógico suponer que ambos conjuntos se plegaron simultáneamente. Por la falta de sedimentos devónicos en la región estudiada, no disponemos de datos locales que nos permitan separar las orogenias caledoniana y herciniana, pero teniendo en cuenta las condiciones geológicas en Extremadura, según los estudios llevados a cabo por el profesor F. H.-PACHECO, que ponen de manifiesto la continuidad de sedimentación entre el Silúrico y el Devónico (32), pensamos que la orogenia herciniana ha sido la que ha tenido mayor importancia.

Podríamos suponer que, en conjunto, se constituye un amplio sinclinorio, afectado por las dos orogenias sucesivas, y de esta forma admitir una primera fase orogénica caledoniana para la serie menor, y una exaltación de la misma serie al tiempo que se origina la serie mayor, causada por la orogenia herciniana.

Antes de seguir analizando esta cuestión, hemos de observar la bifurcación que presentan todas las formaciones cámbricas, a partir de una línea teórica que pasase por el vértice de Hamapega y por el pueblo de Malcocinado. Esta línea, que cruza casi normalmente a las direcciones de estratificación de los terrenos cámbricos, sólo se puede explicar por una elevación del zócalo donde se produjo la sedimentación del Paleozoico inferior.

Podemos pensar en la existencia de un umbral precámbrico, que no puede reducirse a un simple desnivel de falla, ya que en este caso sólo se apreciaría la bifurcación de paquetes sedimentarios hacia un lado de la línea, es decir, hacia el labio más bajo de la falla. Pero al existir a ambos lados, hay que suponer una elevación en el fondo del mar cámbrico, capaz de separar en parte los sedimentos que sobre ella se iban depositando, de forma

que éstos se acuñasen hacia el umbral, o al menos perdiesen espesor y potencia en las regiones de menor fondo. También podemos inferir que el repetido umbral debió ser asimétrico, al encontrarse en su borde meridional las colonias de Arqueociáticos que faltan al N. del mismo; por lo tanto, ésta debió ser la zona más profunda, donde los Arqueociáticos no podían desarrollarse.

Hemos de llamar la atención sobre el hecho de que esta alineación SW.-NE. es casi paralela a la dirección general de la falla del Guadalquivir, y a las nuevas direcciones de fracturas, de gran amplitud, que en la actualidad está estudiando la Escuela portuguesa en Cáceres y Lisboa.

* * *

Tratando ahora de concretar las distintas fases orogénicas que han intervenido en la acusada tectónica del Paleozoico inferior, hemos de considerar el acentuado carácter brechoide del conglomerado de base del Culm de Valdeinfierno, que, por la naturaleza angulosa de sus elementos, indica una sedimentación muy rápida, contemporánea a una etapa erosiva de gran violencia.

Todos los materiales que forman este conglomerado proceden de las formaciones silúricas circundantes, depositándose en franca discordancia erosiva-angular sobre las pizarras ordovicienses previamente arrasadas.

Estas condiciones extremas de erosión y rápida sedimentación, en una cuenca interior, netamente continental, son características de los periodos que siguen inmediatamente a una fase orogénica, por lo cual la causante de todo este proceso debió ser la fase bretónica (prehercínica), con la que termina el ciclo orogénico del Paleozoico inferior, que de esta forma se consolida formando un auténtico cratón, ya a principios del Carbonífero.

Por otra parte, la cuenca hullera de Valdeinfierno se presenta plegada, con buzamientos de sus estratos del orden de 45-55°, lo cual supone la existencia de una fase orogénica posterior, que se intercala entre el Culm y el Estefaniense (que ya no ha sido plegado), la cual, no siendo de menor intensidad que las anteriores, sin duda fue amortiguada por la base cratógena de la cuenca de sedimentación.

Teniendo en cuenta que la cuenca de edad namuriense de Los Santos de Maimona (Zafra) está también plegada, en condiciones análogas a las de Valdeinfierno (66), la única fase orogénica que puede ser responsable de estos plegamientos es la astúrica, a partir de la cual, y hasta la actualidad, no se han dejado sentir nuevos fenómenos orogénicos en la región.

* * *

Son numerosísimas las líneas de fractura definidas en la comarca, que hemos determinado por el estudio fotogeológico, y que obedecen a dos sistemas principales de fallas: "longitudinal" y "oblicuo". La mayoría de estas fracturas han sido posteriormente reconocidas sobre el terreno, y dan lugar a accidentes tectónicos notables.

El sistema de fallas "longitudinal" es concordante con la dirección de estratificación, presentando también sus correspondientes perpendiculares. En este sistema de fracturas destaca la falla rotacional recubierta por el Carbonífero de Guadalcanal, que pone en contacto el Georgiense con el Potsdamiense en su extremo occidental, mientras que al E., al N. de Malcocinado, las calizas acadienses se presentan sin aparente discontinuidad.

El sistema "oblicuo" se define por líneas de fractura giradas unos 45° con respecto al sistema anterior, lo que quiere decir que estas fallas corren sensiblemente en dirección N.-S., son sus perpendiculares correspondientes en dirección E.-W. El significado de este sistema de fallas es simplemente un ajuste de las tensiones principales que definen las del sistema "longitudinal".

Como es natural, existen también otras direcciones de fracturas que no concuerdan con ninguno de estos dos sistemas, pero que los completan y son de mucha menor importancia. Quedan definidas por diferencias locales de compresiones en distintos sedimentos, y muestran la última expresión y desarrollo de los movimientos tectónicos que originaron las fracturas principales.

Indiscutiblemente, el sistema "longitudinal" de fracturas es el predominante y el más desarrollado en la región, coincidiendo con él los asomos de rocas eruptivas de la comarca, tanto del plutón granítico de Guaditoca, como de los diques de rocas básicas de diversos tipos localizados en el Potsdamiense.

También pertenece al sistema "longitudinal" la gran fractura, con probable cabalgamiento del Silúrico sobre el Cámbrico, que marca el contacto entre estos dos sistemas. En esta estructura se pone bien de manifiesto, una vez más, que los empujes orogénicos principales procedían del NE., al ser el Silúrico —situado al NE.— el que se superpone en discordancia tectónica sobre el Cámbrico.

Respecto a la edad de las fracturas, lo único que podemos concretar es que son posteriores a la consolidación del cratón cámbrico-silúrico y anteriores al Estefaniense, ya que las cuencas carboníferas de esta edad no han sido afectadas nunca por las fracturas, que se acusan, en cambio, en el Paleozoico subyacente.

Y lo mismo puede decirse de la época de emplazamiento o emisión de

las rocas eruptivas; por lo menos, del plutón granítico, sobre el cual se sitúan los estratos carboníferos estefanienses. En cambio, algunas de las emisiones de rocas básicas, meláfidos, andesitas, diabasas, etc., es muy posible que sean más antiguas y que incluso correspondan a emisiones magmáticas submarinas, aunque en gran parte han debido ser contemporáneas o posteriores a la formación de las fallas donde parecen estar localizadas.

Posteriormente al Estefaniense no se acusa en toda la región ningún efecto tectónico notable, ni siquiera de movimiento de fracturas más antiguas, que los sedimentos de esta edad —incluso del Estefaniense A— permanecen sensiblemente horizontales y no están fracturados ni apenas consolidados en muchos casos, lo cual explica que se puedan utilizar como arcillas en la fabricación de ladrillos.

Únicamente movimientos epirogénicos y algún pequeño reajuste tectónico del subsuelo, en profundidad, ha provocado la ligera basculación, hasta de unos 5°, que puede observarse en algunos casos.

HISTORIA GEOLOGICA REGIONAL

Carecemos de datos concretos para poder establecer los acontecimientos que hayan tenido lugar en esta región, con anterioridad al principio del Paleozoico, iniciándose, por lo tanto, la historia geológica regional con la sedimentación en el mar cámbrico, que debió recubrir todo el ámbito de la Hoja de Guadalcanal, extendiéndose hacia el Sur y hacia el Este.

La costa del continente precámbrico debió estar situada hacia el NW., a juzgar por la presencia del conglomerado de base del Georgiense, que ocupa la parte NW. de la Hoja, que sólo pudo formarse al pie de los acantilados precámbricos.

Durante el Georgiense, el fondo del mar cámbrico debió sufrir un lento proceso de hundimiento, originándose un geosinclinal en el que se fueron acumulando sedimentos pelíticos, que encontramos transformados en pizarras verdes con la característica fauna de *Trilobites*, que corresponde más bien a una facies batial.

Sin embargo, coincidiendo con la línea teórica Hamapega-Malcocinado, debió existir una elevación del fondo marino, un umbral, hacia el cual los sedimentos pierden potencia, y que, en su borde meridional, se fue elevando paulatinamente hasta lograrse las condiciones convenientes para el desarrollo de las colonias de *Arqueociátidos*, que dieron origen a las calizas biohermales situadas entre el Georgiense y el Acadiense.

Pero hacia el N., y luego también hacia el S. —cuando volvió a hundirse el fondo del mar cámbrico, después del episodio biohermal— continuó la sedimentación profunda, que ahora se hace rítmica, dando lugar a la formación de tipo "flysch" que caracteriza el Acadiense con calizas y pizarras alternantes.

De todas formas, si es cierto que estas calizas se han formado a base

de colonias de *algas calcáreas*, la profundidad del mar no debió ser excesiva durante el Acadiense, pues de otra forma no se habrían desarrollado las algas, que precisan la luz solar para vivir.

Durante el Potsdamiense, el mar vuelve a ser más profundo, volviendo a conformarse la cuenca geosinclinal de sedimentación donde se acumularon los ingentes espesores de pizarras arcillosas y silíceas que forman actualmente el Cámbrico superior. Es posible que algunas de las rocas básicas (meláfidos, diabasas) que parecen estar interstratificadas entre las pizarras potsdamienses, correspondan a erupciones submarinas acaecidas en el fondo del geosinclinal, como suele ser normal en esta etapa de su desarrollo.

A finales del Cámbrico tuvo lugar una elevación gradual del fondo del geosinclinal, que empieza a plegarse, y probablemente se desarrollaron amplias playas, cuyas arenas —transformadas en cuarcitas— encontramos formando la base del Silúrico inferior, que sin duda acusa una fase de transgresión marina sobre el Cámbrico.

La fase orogénica sárdica debe ser la responsable de esta elevación del zócalo cámbrico, y de esta misma época debe ser también —al menos entonces debió iniciarse— la gran fractura longitudinal que debe existir debajo de la cuenca carbonífera al N. de Guadalcanal, que pone en contacto los conglomerados georgienses (al Norte) con las pizarras potsdamienses (al Sur).

Pero esta elevación del zócalo cámbrico a principios del Ordoviciense debió ser un fenómeno pasajero, por cuanto la sedimentación en el geosinclinal, de materiales pelíticos —actualmente transformados en pizarras— se continúa sin interrupción durante el Silúrico, hasta una fecha que no podemos datar a base de los datos locales, pero sin duda abarcó todo este periodo durante casi cien millones de años.

Las orogenias caledoniana y sobre todo la herciniana, en sus primeras fases —anteriores al Carbonífero— se dejan sentir en toda esta región con violencia inusitada, siendo las responsables de toda la complicada tectónica acusada por el conjunto cámbrico-silúrico: plegamiento en dirección NW.-SE. de todo el conjunto estratigráfico, metamorfismo acusado por las pizarras cámbricas y silúricas, fracturas longitudinales, transversales y oblicuas, y emisión de magmas ácidos y básicos, que forman el plutón granítico de Guaditoca y los diques diabásicos y andesíticos localizados en la formación pizarrosa potsdamiense.

La gran fractura anteriormente citada, que constituye una verdadera "falla rotacional", debió de acentuarse a finales del Silúrico, siendo sin duda la causa del emplazamiento del plutón granítico mencionado, y de otro existente más al NW., en Fuente del Arco.

De esta forma, con anterioridad al Carbonífero, queda ya definitivamente constituido el cratón paleozoico que forma esta parte de Sierra Morena, el cual sufre inmediatamente los efectos de la denudación, que terminarán por transformarlo en una penillanura.

La sedimentación continental acaecida durante el Carbonífero inferior, de la que nos ha quedado como testigo la cuenca hullera de Valdeinfierno, debió ser de una gran intensidad, como corresponde a las fases erosivas que inmediatamente siguen a una fase orogénica. Es muy posible que los depósitos continentales de esta edad —Culm— hayan tenido en la región mucha mayor extensión, pero que la denudación posterior, durante toda la era secundaria y terciaria, los haya destruido, quedando tan sólo esta reliquia.

El hecho de que los estratos carboníferos de Valdeinfierno estén plegados, nos indica claramente que las siguientes fases orogénicas hercinianas también se dejaron sentir en esta región, aunque sin duda quedaron muy amortiguadas por el cratón paleozoico ya tectonizado y de una acusada rigidez.

Pero la última fase tectónica sentida en esta región tuvo que ser la astúrica, ya que a continuación tiene lugar el depósito de nuevos sedimentos continentales, que forman varias cuencas carboníferas de edad estefaniense, y que desde entonces han permanecido intactas sin que sus estratos —horizontales o subhorizontales— acusen ninguna acción tectónica posterior de importancia.

Es muy probable que estas cuencas estefanienses —en las que, por cierto, nunca llegó a depositarse "carbón"— hayan tenido una extensión mucho mayor que la actual. Por lo menos, las que hemos llamado Cuencas de Alanís y la de San Esteban del Puerto, debieron formar una cuenca única; otro tanto debió ocurrir con las de *Quiruela*, hasta es posible que éstas, la de Urbana y la del N. de Guadalcanal llegasen a formar una gran cuenca única, separada de la de San Nicolás del Puerto por la alineación de calizas acadienses que forman la Sierra del Viento, continuándose por Alanís hasta la Loma del Píngano.

Posteriormente al Carbonífero, la región sólo ha sufrido movimientos epirogénicos en la vertical, que apenas han desnivelado los sedimentos del Carbonífero superior, y que únicamente han favorecido sucesivos ciclos de erosión, que han terminado por formar una penillanura casi perfecta, en la que sólo destacan los relieves residuales formados por las sierras que cruzan la región en dirección NW.-SE. y que por su mayor resistencia a la erosión —calizas cámbricas y cuarcitas silúricas— han persistido como reliquia del

macizo montañoso herciniano que debió ocupar toda esta región durante el Carbonífero.

Se pueden reconocer actualmente hasta tres ciclos erosivos sucesivos. El primero y más antiguo, probablemente durante el Mesozoico y parte de la era terciaria, que dio lugar a la penillanura alta, de la que sólo quedan algunos restos en la topografía actual. Un segundo ciclo erosivo, durante la era terciaria, que dura hasta finales del Mioceno y que origina la penillanura baja, que es la de mayor extensión, y un último ciclo erosivo, al que corresponde la red hidrográfica actual, encajada en la penillanura baja, merced a movimientos epirogénicos positivos, que han debido realizarse siempre en la vertical, ya que los estratos carboníferos permanecen subhorizontales.

Este levantamiento gradual, a que está actualmente sometido todo el cratón extremeño-andaluz, es el responsable de los fenómenos epigénicos que se observan en los principales ríos que cruzan la región y que dan su sello peculiar a esta parte occidental de Sierra Morena, poniendo al descubierto las zonas más profundas del macizo paleozoico.

VIII

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

La presencia, en los terrenos de la Hoja, de grandes masas calizas hace presumir la existencia de abundantes aguas subterráneas en el país, especialmente si tenemos en cuenta su estructura y textura brechoide en la generalidad de los casos.

Hidrogeológicamente hemos de considerar dos litologías diferentes en todo el territorio: los pizarrales y los calerizos. Ambos conjuntos se definen en detalle con toda una serie petrográfica que caracteriza la estratigrafía de la Hoja.

De todas formas, los recursos hidrológicos regionales son muy pocos, y totalmente nulas las labores de explotación de estas reservas acuíferas. Las fuentes y manantiales son muy escasos, pero los existentes están siempre relacionados con las grandes masas calizas, como lo atestiguan los de Guadalcanal, la Fuente del Túnel, al N. de este pueblo, la Fuente del Moral, al NE. del mismo pueblo, etc.; todas, aproximadamente sobre la cota de los 600 metros, aunque ésta dependa de una manera muy directa de la estructura de las capas y estratos en cada lugar.

Por otra parte, estos lugares de afloramiento de las aguas subterráneas se pueden ver favorecidos por la existencia de determinadas fracturas que pongan en contacto permeable las cuencas de acumulación de las aguas con lugares de cota favorable para su afloramiento, como ocurre con la Fuente de la Encarnación, la de La Plata, del Espino y otras próximas a Malcocinado.

Las obras de captación de aguas en sentido amplio son, como ya hemos indicado, totalmente nulas, y tan sólo existen labores rudimentarias de pozos a cielo abierto que nunca alcanzan profundidades superiores a los siete u ocho metros, obras con las que no se pueden explotar caudales superiores

al litro/segundo y que siempre, al ser realizadas en terrenos blandos, es decir, en pizarrales, están más o menos relacionadas con fisuras y grietas o pequeñas capas sabulosas, de escasa cuenca de recepción, pero suficientes para los usos domésticos de los pequeños cortijos que las poseen.

Debemos analizar el comportamiento hidrológico de las diferentes formaciones geológicas según sus edades, textura, estructura y composición, con lo que quedará más completo este capítulo y por lo tanto el estudio hidrológico del país.

Los terrenos cámbricos, *a priori*, formados por pizarras y calizas dolomíticas muy compactas, no deberían ser buenos receptores y conservadores de aguas subterráneas; sin embargo, su estructura, tan fracturada y diaclasada, así como su textura, por lo general tan brechoide, hace de los conjuntos calizos la constitución de auténticos acuíferos subterráneos de gran importancia.

Todos los conjuntos pizarreños, tanto inferiores como superiores, son totalmente estériles a los fines que nos ocupa el presente capítulo. La textura de estos materiales en sí, proporciona a los sedimentos una porosidad prácticamente nula, y aunque esta propiedad no guarde una relación directa con la permeabilidad, en estos extremos son proporcionales, lo que quiere decir que su permeabilidad es también nula. Sólo por la abundancia de planos de fractura, diaclasas y planos de pizarrosidad se obtiene de estos conjuntos, globalmente considerados, una permeabilidad muy relativa y escasa, que es la que se explota en algunos pozos superficiales.

Las formaciones calcáreas, no sólo por su constitución, sino por su estructura y textura, son capaces de almacenar grandes cantidades de agua, haciéndolo de hecho, según lo atestiguan las fuentes y manantiales de la comarca; todas, aunque muy escasas, relacionadas y circundando los afloramientos de tales formaciones.

Sería muy fácil la realización de obras de captación de aguas que pudieran no sólo abastecer suficientemente los núcleos de población, tan escasamente suministrados en la actualidad, sino además convertir en regadío grandes extensiones y eriales que actualmente hay en el país.

Como consecuencia de estos almacenamientos subterráneos de agua, y dada la estructura general de los terrenos y el gran fracturado de esta región, se explica fácilmente la formación de fuentes y manantiales por donde surge el agua almacenada en su interior, siendo ésta la causa por la cual se recargan estratos y paquetes más permeables, que en detalle definen las formaciones arcillosas y pizarreñas, que soportadas por las calcáreas constituyen y definen al Potsdamiense. Todo esto lo atestiguan las fuentes y manantiales existentes en estos pisos, mientras que el Georgiense no sólo ca-

rece de tales afloramientos acuíferos, sino que resultaría estéril cualquier obra de captación encaminada a dichos fines.

Nada se conoce respecto al nivel piezométrico regional, que debe constituirse un tanto irregularmente, ya que no se sabe de ningún tipo de prospección geoelectrónica capaz de denunciarlo, ni siquiera la existencia de un solo pozo suficientemente profundo como para atestiguarlo.

En cuanto a los conjuntos silúricos, nada en absoluto se puede decir, ya que tanto los pizarrales como las cuarcitas y pizarras sabulosas son, por naturaleza, absolutamente impermeables y sólo es concebible una relativa y muy escasa permeabilidad por fisuración, que puede constituir a veces pobres acuíferos intermitentes de escaso caudal y duración; repartiéndose las aguas meteóricas entre la evaporación y las escorrentías, muy acentuadas en estas comarcas.

Hemos de analizar, finalmente, las formaciones carboníferas; estos conjuntos presentan en sí litologías y estructuras capaces de constituir verdaderos acuíferos, tales como las areniscas, conglomerados, arcosas, etc. De hecho, siempre que se ha intentado la ejecución de un pozo de investigación para determinar la existencia de mineral de carbón, se ha tropezado con la dificultad de seguir la investigación por existir aguas, precisamente en tales paquetes, lo que atestigua la constitución de acuíferos.

De todas formas, las cuencas de recepción de estas formaciones son tan escasas que no debemos tomarlas y considerarlas desde el punto de vista económico e industrial.

IX

MINERIA Y CANTERAS

I. MINERIA

Los yacimientos minerales que se encuentran en la Hoja de Guadalcanal son relativamente exiguos, y la mayoría de sus explotaciones se encuentran en la actualidad abandonadas, bien por el escaso rendimiento de las mismas, bien por haber acabado el yacimiento en cuestión o por la desvalorización del mineral en el mercado, lo que hace que la explotación no sea rentable, como ocurre con la baritina, que tantas altas y bajas comerciales presenta.

Todos estos yacimientos, que definen la minería de la región, podemos clasificarlos en dos grupos: las explotaciones metalíferas y las de carbón; pero antes de hablar de estos tipos de yacimientos y de los minerales que los constituyen, debemos hacer constar una vez más que la mayor parte de tales explotaciones pertenecen a la historia minera regional, por lo cual no debemos detenernos demasiado en su estudio concreto, que no representa una minería en los terrenos de la Hoja que nos ocupa, sino más bien se debe hacer un estudio general de tales yacimientos, que reflejará el carácter minero de la zona.

YACIMIENTOS METALÍFEROS.

La mayor parte de los yacimientos metalíferos que se representan en el ámbito de la Hoja de Guadalcanal, quedan localizados en las formaciones pizarreñas del Cámbrico superior; es precisamente en estos conjuntos donde se localizan más ampliamente las formaciones de rocas filonianas y efusivas del tipo de ortófilos y meláfidos que, aprovechando amplias fracturas, inyectan y reticulan los sedimentos pizarreños del Potsdamiense.

Ya se han concretado los principales tipos de fracturas que afectan a la

comarca, destacando de una manera muy esencial el sistema de fracturas longitudinales que, concordantes con la estratificación general del país, lo delimitan en bloques cuyo juego hunde determinados bloques que se metamorfizan más o menos intensamente, favoreciendo de un modo secundario una serie de fracturas de compresión y distensión que facilitan las metalizaciones filonianas, puesto que las intrusiones magmáticas son por lo general sintectónicas con las fases orogénicas hercínicas, y entonces su consolidación se efectúa al nivel hipoabisal, según se denuncia por los filones porfídicos que afloran en todo el territorio, que resulta óptimo para el mejor desarrollo del ciclo magmático en su fase hidrotermal.

Es un tanto anómalo ver cómo los conjuntos más recientes del Cámbrico se presentan como más metamórficos, tectonizados y, por ende, más metalíferos que los inferiores o superiores cronológicamente considerados; pero hemos de tener en cuenta que este conjunto potsdamiense está prácticamente definido por dos amplias fracturas longitudinales, una que lo separa de las calizas acadienses y otra que define los plutones de Guaditoca y Fuente del Arco.

Si, como suponemos, este bloque se ha hundido para emerger nuevamente una vez metamorfizado, al tiempo que afloraban los batolitos graníticos, es muy fácil comprender cómo todos los sistemas de litoclasas y tectoclasas se agrupan y entrecruzan para favorecer la mineralización, pues todos estos depósitos sedimentarios descansan posiblemente sobre una zona de ortófidos que recubre un gran plutón granítico, llegando posiblemente hasta él las fracturas, es decir, hasta el nivel hipoabisal, que por tanto definirán filones mineralizados dispuestos en cualquiera de las direcciones generales de fractura; teniendo en cuenta que tal efecto hidrotermal será mucho más intenso, importante y desarrollado en las fracturas de distensión que en las de compresión; lo que quiere decir, que el sistema oblicuo es el más favorecido por estas fases mineralógicas.

Las distintas concesiones mineras explotan o explotaron minerales más o menos ricos en cobre, plomo, hierro, plata y bario, según se indica en el cuadro; no todos constituyen la mena principal, pero sí se encuentran en sus paragénesis.

Cobre:

Calcosina...	S Cu ₂ .
Malaquita...	Co ₃ Cu (OH) ₂ Cu.
Chalcopirita...	S ₂ CuFe.
Bornita ...	S ₁ Cu ₃ Fe.
Azurita ...	Co ₃ Cu (OH) ₂ 2 Cu.

Plomo:

Cerusita ...	Co ₃ Pb.
Galena...	SPb.

Hierro:

Limonita ...	O ₃ Fe ₂ H ₂ O.
Oligisto ...	Fe ₂ O ₃ .
Siderita ...	Co ₃ Fe.

Plata:

Proustita ...	S ₂ AsAg ₃ .
Pirargirita...	S ₃ SbAg ₃ .
Argentita...	SAg ₂ .

Bario:

Baritina ...	SO ₄ Ba.
Witherita...	CO ₃ Ba.

Según dijimos anteriormente, y como consecuencia de lo expresado, es fácil comprender que los principales filones metalíferos resulten con frecuencia de escasa potencia, armando en cuarzo y muy frecuentemente cortados y de difícil explotación, por lo que la mayoría de las concesiones mineras de explotación tienen un periodo de trabajo muy escaso al verse mermadas sus condiciones económicas por las dificultades de extracción, el escaso rendimiento de las mismas y los difíciles medios de transporte para el mineral.

YACIMIENTOS CARBONÍFEROS.

Sería de esperar, según las suposiciones de Lacazette, y teniendo en cuenta que gracias a estas suposiciones hoy aún se explota la cuenca carbonífera de Fuente del Arco, que es la contigua de Guadalcanal, que se sitúa en prolongación de aquella, de igual edad e idéntica estructura, debería ser también explotable.

A tal fin, se han realizado una serie de pozos en las proximidades del Cortijo de La Torrecilla, cerca del de Marina, más al N., y sobre todo, en la parte meridional del Cortijo del Charco de la Sal (antiguamente denominado Casa del Cura); más recientemente se han seguido estas investigaciones carbonosas hacia el E., es decir, hacia la ermita de Guaditoca, y sobre todo hacia el W., aproximándose lo más posible a las minas de Fuente del Arco, realizándose aún en 1961 algunos pozos de investigación, que se han visto frustrados por los resultados negativos obtenidos.

Así, se denuncia la secuencia estratigráfica de los ciclotemas carboníferos y se llega a obtener como máximo una serie de pizarras bituminosas y carbonosas totalmente plagadas de restos de plantas fósiles, pero que no presentan ni un solo nivel explotable, donde todos los sedimentos carbonosos se reducen a impregnaciones de las pizarras arcillosas y a escasas laminaciones, que a veces no pasan de unos milímetros de potencia.

También se podría sospechar la existencia de depósitos carbonosos en las restantes cuencas carboníferas de la Hoja, especialmente en aquellas cuya edad westfaliense-estefaniense y estructura horizontal aconseja la realización de labores de explotación, pero lo reducido de sus cuencas y los resultados obtenidos en la de Guadalcanal recomendaron prescindir de tales intentos.

Un caso aparte lo constituye la cuenca carbonífera de Valdeinfierno, de edad inferior (Culm), en la que vienen desarrollando labores de explotación en la mina que da su nombre a la cuenca, pero que por enclavarse en la vecina hoja de Cardenchoa, número 900, no daremos sus características hasta redactar la memoria correspondiente a la misma.

Hemos de reseñar, no obstante, que en esta cuenca carbonífera, sobre un paquete de conglomerados que constituyen la base de la formación, se definen varios ciclotemas de pudingas, grauwacas, samitas y pizarras arcillosas, en las cuales sobre cada nivel de conglomerados se reconoce una capa de carbón, pero al igual que todos los estratos de estos ciclotemas, según se asciende en la secuencia estratigráfica van perdiendo potencia los paquetes, lo que obliga a definir como explotable la capa más inferior y próxima al conglomerado de base, ya que las restantes no ofrecen un rendimiento económico suficiente para su extracción.

Todas estas circunstancias, junto con las discontinuidades estratigráficas y las irregularidades tectónicas que la afectan, han obligado a abandonar toda explotación.

Resulta verdaderamente lamentable que no se haya realizado, o al menos se conozca, ningún estudio geológico detallado ni prospección geofísica capaz de denunciar la existencia de reservorios mineralógicos o acuíferos en toda la región, por lo que aún no se conoce nada de la posible riqueza del subsuelo en esta zona, especialmente si tenemos en cuenta que con las labores realizadas se hubieran de sufragar los gastos de tales prospecciones y las posibles explotaciones hubieran tenido mayor éxito, resultando más económicos sus estudios.

2. CANTERAS

No existen en realidad, en todo el ámbito de la Hoja, canteras en las que de un modo sistemático se exploten materiales diversos.

Solamente en alguna parte de las laderas meridionales de la Sierra del Agua y Loma de Hamapega se explotan las calizas cámbricas, para obtener, por una parte, materiales de construcción en general y gravas para carreteras y ferrocarril, y por otra parte, para aprovechar los restos de tales elaboraciones en la fabricación de cales, que también son consumidas en los núcleos de población más próximos.

Estas labores de cantería son sencillas, siguiendo procedimientos rudimentarios y primitivos; con los hornos de cal escasamente se pueden producir las cantidades necesarias para la construcción, teniendo también la explotación un ritmo lento y temporal, según las necesidades y demandas comerciales.

El otro tipo de canteras se refiere a la explotación de arcillas o pizarras arcillosas para la fabricación de ladrillos, tejas y cerámica en general, a cuyo respecto existen en la zona tres tipos de canteras: las que explotan las pizarras arcillosas de las cuencas carboníferas, las que explotan las arcillas y las que aprovechan los depósitos arcillosos cuaternarios de las cuencas fluviales. En los primeros se extraen las pizarras arcillosas con que se concluye cada uno de los ciclotemas de las diferentes cuencas carboníferas y se localizan al W. de la carretera que une los pueblos de Guadalcanal y Valverde de Llerena, próximo a la carretera de Alanís a Malcocinado, explotándose las pizarras de las cuencas de Guadalcanal y Malcocinado respectivamente. El segundo tipo se localiza en la zona meridional de la carretera de Guadalcanal a Alanís, donde la alteración de las calizas de Hamapega ha creado depósitos suficientemente potentes como para su explotación, llegando a tener como término medio una potencia en el frente de cantera de unos dos o tres metros. Por último, a dos kilómetros antes de llegar al pueblo de Alanís, procedentes de Guadalcanal, se explotan los aluviones finos de la rivera de Benalija, depósito que aun no siendo demasiado potente, debido a su extensión y calidad de las arcillas, hacen de él un buen material para la construcción.

De estos tres tipos de arcillas, las carboníferas se utilizan principalmente en las fábricas de Guadalcanal y Alanís, de donde salen ladrillos, tejas, botijos, cántaros, etc.

Las de descomposición también son transportadas a estas fábricas, pero se utilizan para cerámicas más finas.

Los productos aluviales que están siempre englobando en tanto por ciento de granos cuarcíticos, sólo se pueden usar para hacer ladrillos y tejas de calidad no muy buena, que por lo general se cuecen y secan de manera muy rudimentaria al pie mismo de la cantera.

X

BIBLIOGRAFIA

1. AREITIO Y LARIÑAGA, A. (1874): "Enumeración de las plantas fósiles de España". An. Soc. Esp. Hist. Nat. T. III. Madrid.
2. BARRAS DE ARAGÓN, F. DE LAS (1898): "Apuntes para una descripción geológico-mineralógica de la provincia de Sevilla".
3. CALDERÓN, S. (1892): "Nota preliminar sobre la edad de las cuencas carboníferas del mediodía de España". An. R. Soc. Esp. Historia Nat. (2) I. Madrid.
4. CARBONELL Y TRILLO-FIGUEROA, A. (1917): "Hullas de Valdeinferno. Cuenca carbonífera de Los Hatillos". Rev. Min. T. XXXV. Madrid.
5. CARRINGTON DA COSTA, J. (1953): "Los movimientos caledónicos y preliminares hercínicos en la Península Ibérica". Trad. MELÉNDEZ, B., Pub. Ext. sobre Geol. España. T. VII, n.º 2. Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid.
6. CORSIN, P. (1915): "Pécopteridées, Etudes des Gîtes minéraux de la France. Flore fossile IV". París.
7. CORSIN, P. (1951): "Sur la limite entre le Westphalien et le Stephanien et sur la flora du Westphalien D et du Stephanien A". Congr. Strat. Geol. Carb. T. I. Heerlen.
8. GAMBOA, L., y PACHECO, J. (1923): "Estudio de las cuencas carboníferas de Puertollano". Bol. Of. de Min. y Met., núms. 71 y 78. Madrid.
9. GONZÁLEZ, T. (1831): "Noticia histórica de las célebres minas de Guadalcanal". Editado por el Ministerio de Hacienda.
10. GONZALO Y TARÍN, J. (1878): "Reseña física y geológica de la provin-

- cia de Huelva". Mem. Com. Mapa Geol. de España. T. V. Madrid.
11. GONZALO Y TARÍN, J. (1879): "Reseña física y geológica de la provincia de Badajoz". Mem. Com. Mapa Geol. de España. T. VI. Madrid.
 12. HARTUNG, W. (1940): "Pflanzenreste aus dem Sudspanischen Karbon". Jahrb. der Reichsstelle für Bodenforschung für 1940. LXI, P. 267-227. Taf 20-21. Frankfurt a M.
 13. HENNINGSMOEN, G. (1957): "Los Trilobites de las capas de Saukiana. Cámbrico inferior, en Andalucía". Estudios Geológicos. Tomo XIV, núms. 35-36. Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid.
 14. HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1902). "Apuntes de Geología extremeña". Rev. de Extremadura. Madrid.
 15. HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1926): "La Sierra Morena y la Llanura Bética (Síntesis geológica)". Guía para el XIV Congr. Geol. Inter., Inst. Geol. de España. Madrid.
 16. HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1933): "Bosquejo preliminar de las comarcas geográficas de Extremadura (Cáceres, Badajoz y Huelva)". Publicaciones Instituto Reforma Agraria. Madrid.
 17. HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1934): "Síntesis fisiográfica y geológica de España". Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Geol., n.º 38. Madrid.
 18. HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1939): "El segmento medio de las sierras centrales de Extremadura". Las Ciencias, año IV, núm. 2. Madrid.
 19. HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1947): "Ensayo de la morfogénesis de la Extremadura Central". Notas y Com. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 17. Madrid.
 20. HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1950): "El relieve de las zonas hercínicas peninsulares en la Extremadura Central". Libro Jubilar. Inst. Geológico y Min. de España. T. I. Madrid.
 21. HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1951): "Paleogeografía del Solar Hispano durante el Paleozoico". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T. XLIX. Serie Geol. Madrid.
 22. HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1953): "Ensayo sobre tectónica paleozoica en Extremadura". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Tomo homenaje al Prof. Hernández-Pacheco. Madrid.
 23. HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1953): "Edad de las formaciones con facies estrato-cristalina en la provincia de Badajoz". Notas y Com. Instituto Geol. y Min. de España, núm. 31. Madrid.
 24. HERNÁNDEZ-PACHECO, F., y ROSO DE LUNA, I. (1954): "Explicación de

- la Hoja de Montijo, núm. 776". Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
25. HERNÁNDEZ-SAMPELAYO, P. (1935): "Explicación del nuevo Mapa Geológico de España. T. I. Sistema Cambriano". Mem. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
 26. HERNÁNDEZ-SAMPELAYO, P. (1942): "Explicación del nuevo Mapa Geológico de España. T. II: Sistema Siluriano". Mem. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
 27. HUPÉ, P. (1925): "Sur les zones de Trilobites du Cambrien inférieur marocain". C. R. Acad. Sc. Paris. T. 235, núm. 7. París.
 28. JONGMANS, W. J. (1949): "Note préliminaire sur la flore du Valdeinferno". Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España, núm. 19. Madrid.
 29. JONGMANS, W. J., y MELÉNDEZ, B. (1950): "El Hullero inferior de Valdeinferno (Córdoba). Estud. Geol. núm. 11. Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid.
 30. JONGMANS, W. J. (1951): "Las floras carboníferas de España". Estudios Geológicos núm. 14. Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid.
 31. JONGMANS, W. J., y MELÉNDEZ, B. (1956): "Contribución al conocimiento de la flora carbonífera del SO. de España". Estudios Geológicos, núms. 29-30. Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid.
 32. KINDELAN, J. A., CANTOS, J., y HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1949): "Explicación de la Hoja de Cáceres", núm. 704, del Mapa Geológico a escala 1:50.000. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
 33. LACAZETTE, F. (1919): "Estudio de las cuencas hulleras de Badajoz". Bol. Of. de Minas y Met. Año III, núm. 24. Madrid.
 34. LAN (1857): "Notes des voyages sur la Sierra Morena et sur le nord de l'Andalousie". Ann. des Mines (5). T. 12. París.
 35. LÓPEZ AGÓS, E. (1923): "Síntesis paleontológica del Carbonífero español". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T. 23. Madrid.
 36. LE PLAY, F. (1834): "Observations sus l'Extremadure et du nord de l'Andalousie et assai d'une carte géologique de cette contrée". Ann. des Mines. Serie 13. T. V. París.
 37. LE PLAY, F. (1841): "Descripción geognóstica de Extremadura y norte de Andalucía (Carbonífero)". Trad. de CUTOLI. An. des Minas. T. II. Madrid.
 38. LUJÁN, F. DE (1850): "Estudios y observaciones relativos a terrenos que comprenden parte de las provincias de Badajoz y de las de Sevilla, Toledo y Ciudad Real, y cortes geológicos de estos te-

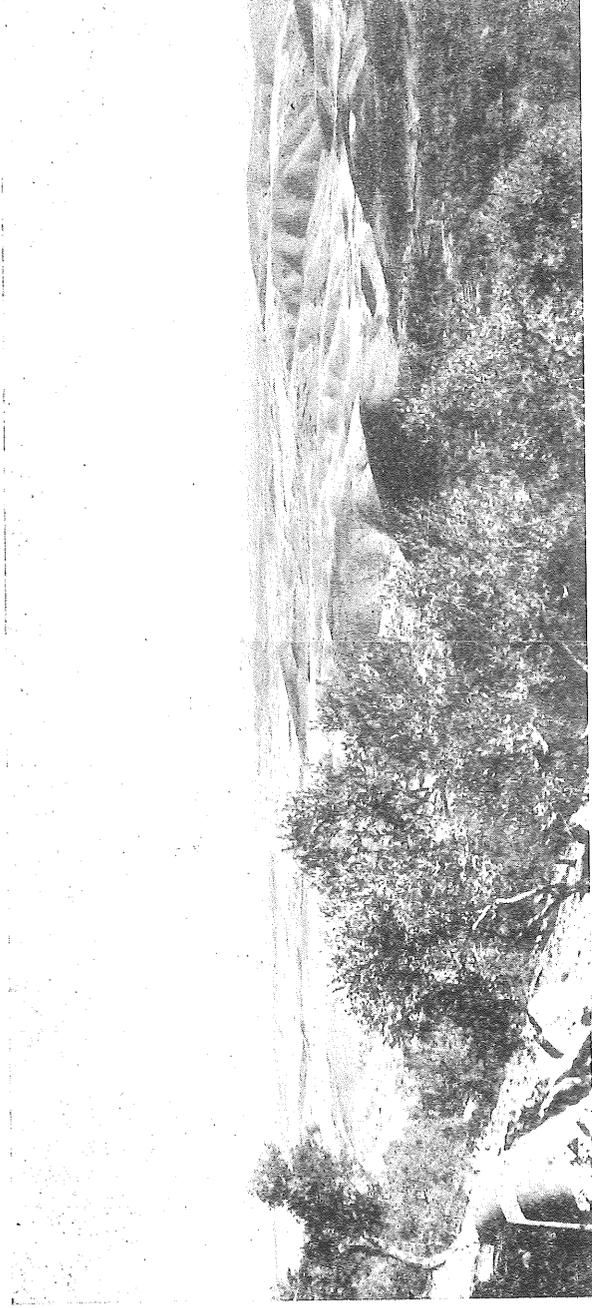
- rrenos". Real Acad. Cienc. de Madrid. T. I, primera parte, serie C. N.
39. LUJÁN, F. DE (1854): "Estudio y observaciones relativos a terrenos que comprenden parte de las provincias de Badajoz y de los de Sevilla y Ciudad Real, y cortes geológicos de estos terrenos". Memorias R. Acad. Cienc. de Madrid. T. I, segunda parte, serie C. N.
 40. MACPHERSON, J. (1879): "Estudio geológico-pretrográfico del Norte de la provincia de Sevilla". Mem. Com. Mapa Geol. de España. T. VI. Madrid.
 41. MACPHERSON, J. (1879): "Breve noticia acerca de la especial estructura de la Península Ibérica". An. R. Soc. Esp. de Hist. Nat. T. 8. Madrid.
 42. MACPHERSON, J. (1880): "Noticia sobre el *Archaeocyathus marianus*, ROEM.". An. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T. IX. Madrid.
 43. MADARIAGA, R. (1928): "Notas sobre la distribución de especies fósiles del Carbonífero". Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España, número 1. Madrid.
 44. MADARIAGA, R. (1928): "Introducción a un ensayo de sincronización de cuencas carboníferas españolas". Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España, núm. 1. Madrid.
 45. MALLADA, L. (1887): "Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España". Mem. Com. Mapa Geol. de España. T. I. Madrid.
 46. MALLADA, L. (1892): "Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España". Bol. Com. Mapa Geol. de España. T. XVIII. Madrid.
 47. MALLADA, L. (1896): "Explicación del Mapa Geológico de España. T. II: Sistemas Cambriano y Siluriano". Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
 48. MALLADA, L. (1897): "Explicación del Mapa Geológico de España. T. III: Sistemas Devoniano y Carbonífero". Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
 49. MELÉNDEZ, B. (1941): "Los terrenos cámbricos de los alrededores de Zafra (Badajoz)". An. Cienc. Nat. T. I. Inst. "José de Acosta". Madrid.
 50. MELÉNDEZ, B. (1941): "El yacimiento de Arqueociátidos de Alconera (Badajoz)". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T. XXXIX. Madrid.
 51. MELÉNDEZ, B. (1942): "Los terrenos cámbricos de la Península Hispánica". Trab. Inst. de Cienc. Nat. "José de Acosta". Serie Geológica. T. I, núm. 1. Madrid.

52. MELÉNDEZ, B. (1943): "Observaciones respecto al grupo de los Arqueociátidos fósiles característicos del Cámbrico". Rev. "Las Ciencias". Año VII, núm. 2. Madrid.
53. NELTNER, L., y POCTEY, N. (1947): "Sur les Trilobites du Géorgien supérieur en Maroc Méridional". C. R. Ac. París. T. 224. París.
54. NELTNER, L., y POCTEY, N. (1949): "Quelques faunes géorgiennes du Maroc". Serv. Géol. Maroc. Notes et Mem. 74. Toulouse.
55. OEHME, R. (1942): "Beitrag zur Morphologie demittleren Extremadura (Spanien)". Berichten der Naturforschung Gesellschaft zu Freiburg. T. XXXVIII. Hamburg.
56. PATAC, I. (1927): "Los yacimientos carboníferos españoles". An. Inst. Cat. Art. Industr. T. VI y VII. Madrid.
57. PATAC, I. (1943): "Relaciones estratigráficas entre varias cuencas hulleras de Europa (España, Bélgica, Holanda, Rusia)". Bol. Inst. Geol. y Min. de España. T. LVI. Madrid.
58. PRADO, C. (1852): "Notice sur le terrain carbonifère d'Espagne". Bulletin Géol. France. T. IX. París.
59. PELLICO (1857): "Apuntes sobre la cuenca carbonífera de Villanueva del Río". Rev. Min. T. 8. Madrid.
60. RICHTER, R. & E. (1940). "Die Saukianda-Stufe von Andalusien, eine frende Fauna im europäischen Ober-Kambrium". Abhandl. Senckenberg. Naturf. Ges. 450. Frankfurt.
61. RICHTER, R. & E. (1941): "Die Fauna des Unter-Kambriums von Cala in Andalusien". Abhandl. Senckenberg. Naturf. Ges. 455. Frankfurt.
62. RICHTER, R. & E. (1949): "Die Frage Saukianda Stufe (Kambrium, Spanien)". Senckenbergiana, 30. Frankfurt.
63. ROEMER, F. (1878): "Ueber *Archaeocyathus marianus* n. sp.". Zeitschr. d. d. g. Gesell. Bd. XXX. Berlín.
64. ROSO DE LUNA, I., y HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1950): "Explicación de la Hoja núm. 777, Mérida". Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
65. ROSO DE LUNA, I., y HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1951): "Explicación de la Hoja núm. 778, Don Benito". Mapa Geol. de España a escala 1:50.000. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
66. ROSO DE LUNA, I., y HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1955): "Explicación de la Hoja núm. 854, Zafra". Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
67. ROSO DE LUNA, I. y HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1956): "Explicación de

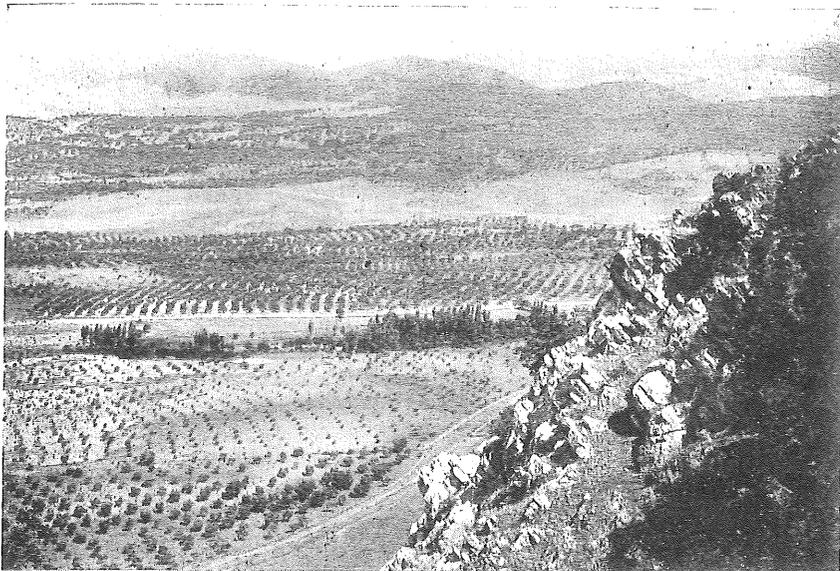
- la Hoja de Llerena, núm. 877". Mapa Geológico de España a escala 1 : 50.000. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
68. ROSO DE LUNA, I., y HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1956): "Explicación de la Hoja de Fuente de Cantos, núm. 876". Mapa Geológico de España a escala 1 : 50.000. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
69. RUBIO, E., MESEGUER, J., y ALVARADO, A. (1935): "Explicación del nuevo Mapa Geológico de España. T. I: Rocas hipogénicas y terreno Arcaico". Mem. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
70. RUIZ FALCÓ, M., y MADARIAGA, R. (1941): "Aportación al estudio de los terrenos Carbonífero y Permiano de España". Bol. Inst. Geológico y Min. de España. T. LV. Madrid.
71. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1936): "Estudio de las rocas eruptivas de España". Mem. Acad. de Cienc. de Madrid. Ser. C. Nat. T. VI. Madrid.
72. SIMON, W. (1939): "Archaeocyathacea. Die Fauna in Kambrium der Sierra Morena (Spanien)". Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. 448. Frankfurt a M.
73. SIMON, W. (1939): "Lithogenesis kambrischer Kalke der Sierra Morena (Spanien)". Senckenbergiana. T. XXI, núms. 5-6. Frankfurt. Trad. por MELÉNDEZ, B., Public. Extr. sobre Geol. de España. T. VII, núm. 1. Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid, 1953.
74. SIMON, W. (1941): "Die Schichten von San Nicolás del Puerto". Senckenbergiana. T. XXIII. Frankfurt.
75. SIMON, W. (1942): "Die Sierra Morena der Provinz Sevilla in nach variscischer". Zeit. Senckenbergiana. T. XXV. Frankfurt. Traducción GÓMEZ DE LLARENA, J., Inst. "Juan Sebastián Elcano", C. S. I. C. Madrid, 1944.
76. SIMON, W. (1943): "Variscische sedimente der Sierra Morena. Die vier Schichten". Senckenbergiana. T. XXVI, núm. 5. Frankfurt.
77. SIMON, W. (1950): "Zur Geschichte der spanischen Sierra Morena. Variscische Sedimente der Sierra Morena. Das Kohlenbecken von Villanueva". Senckenbergiana. T. 31, núms. 3-6. Frankfurt. Traducción RÍOS, J. M., Publ. Extr. sobre Geol. de España. T. VII, número 1. Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid, 1953.
78. SIMON, W. (1951): "Untersuchungen in Paläozoikum von Sevilla (Sierra Morena, Spanien)". Abhandl. Senckenbergiana Naturf. 485. Frankfurt.
79. TEIXEIRA, C. (1945): "O antracólítico continental Português (Estratigrafía-Tectónica)". Bol. Soc. Geol. de Portugal. T. V, 1-2. Pôrto.

80. TEIXEIRA, C. (1953): "Notas sobre geología de Portugal. O Sistema Cámbrico". Emp. Lit. Fieuminense. Ltd. Lisboa.
81. TEIXEIRA, C. (1954): "El Cámbrico de Portugal, con una introducción por B. MELÉNDEZ. Estudios Geológicos, núms. 23-24. Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid.
82. TOMBELAINE, M. A. (1912): "Geologie ta Hydrologie du Bassin de La Reunión a Villanueva de las Minas". Bull. Soc. Industr. Min., ser. 5. T. I.
83. WILSON, J. L. (1948): "Die Saukianda Stufe von Andalusien". Amer. Jour. Sci. 246, 9. New Haven.

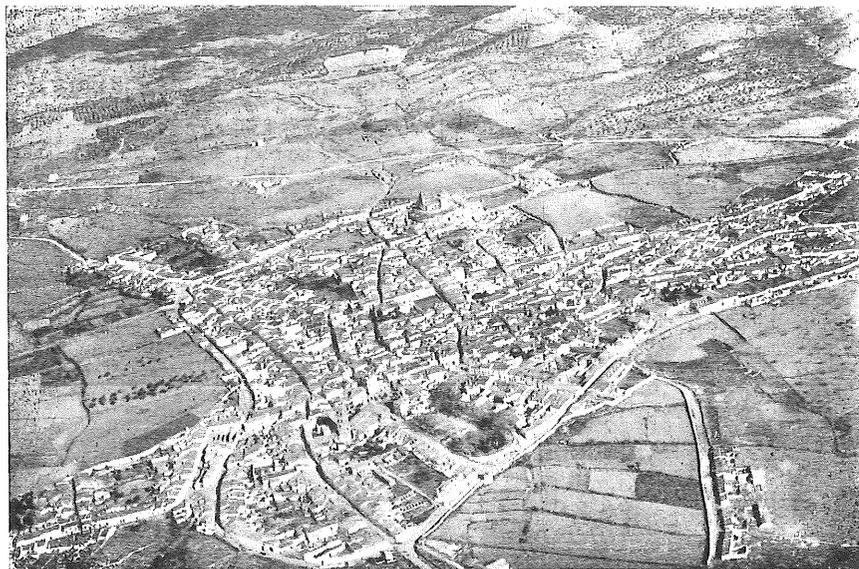
LAMINA I



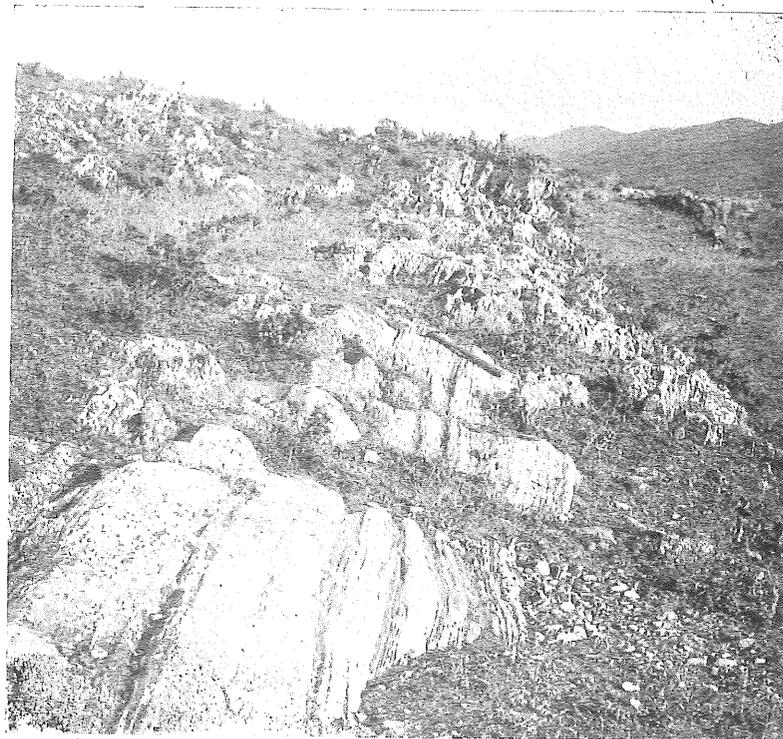
Vista panorámica hacia el N., de la gran penillanura que se extiende al N. de la Sierra del Viento, formada casi exclusivamente por pizarras del Cámbrico superior arrasadas por la erosión. La fotografía está tomada desde la carretera de Guadalcanal a Llerena. En primer término, olivos, que constituyen el único arbolado de la región.



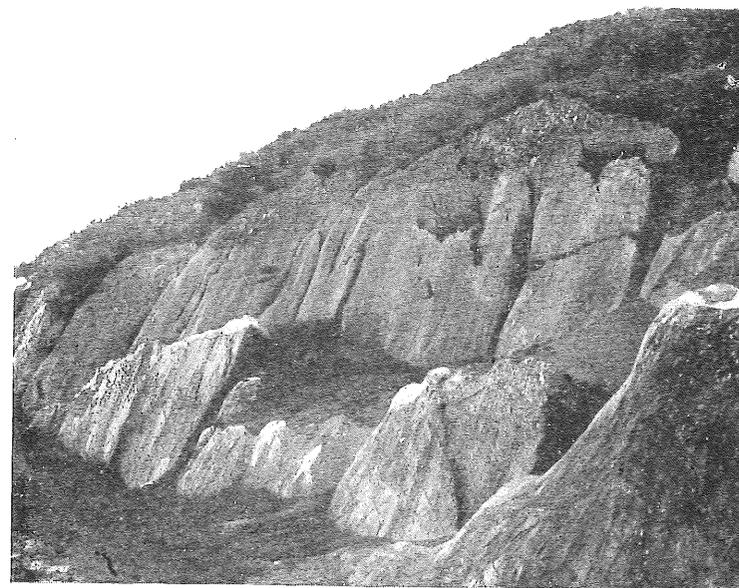
Fot. 1.—Talud de la Sierra del Viento, formada por calizas acadienses, con buzamiento de 65° al NE., sobre la Hoya de Guadalcanal, formada por pizarras potsdamienses.



Fot. 2.—Vista aérea de Guadalcanal, ejemplo típico de un núcleo importante de población, en una comarca, Sierra Morena, prácticamente despoblada, con densidad de población muy baja. Los únicos cultivos se sitúan en las inmediaciones de los pueblos, aprovechando las depresiones donde únicamente es posible el regadío.



Fot. 1.—Calizas estratificadas del Acadiense, que afloran en bancos casi verticales, con buzamiento de 80° al NE., por encima de Guadalcanal, en la Sierra del Viento.



Fot. 2.—Bancos de calizas acadienses, con buzamiento de 75° al NE., en la carretera de Guadalcanal al pueblo de Alanís.

LAMINA IV



Fot. 1.—Riplemark de interferencia, en la cara inferior de un estrato calizo del "flysch" acadiense, en la trinchera del ferrocarril, a la salida meridional del túnel de Guadalcanal.



Fot. 2.—Contacto normal entre las pizarras georgienses (en la parte inferior, en primer término) y las calizas acadienses (de color blanco, en segundo término), en la carretera al SW. de Alanís.

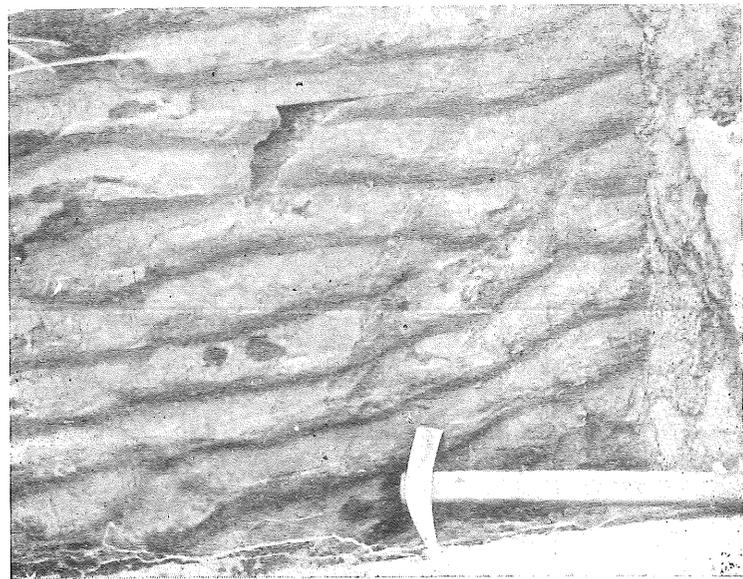
LAMINA V



Fot. 1.—Detalle de las calizas acadienses, con repliegues que se ponen de manifiesto por la presencia de materia orgánica. Estas calizas se han formado a base de algas calcáreas del tipo *Criptozoön*. La fotografía está tomada al W. de la carretera, en el extremo SW. de la Hoja.



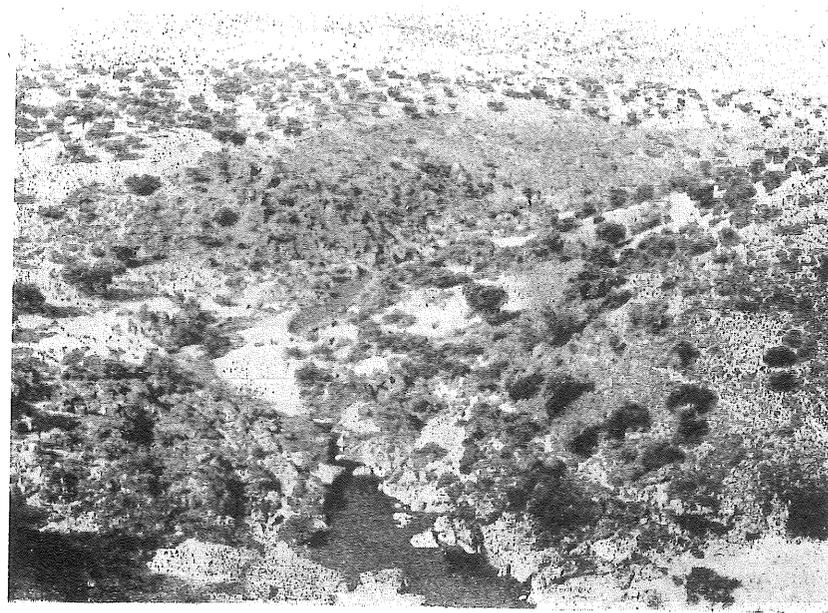
Fot. 2.—Paso insensible de la formación pizarrosa georgiense a las calizas tableadas acadienses, que toman aspecto pizarroso con intercalaciones de margas, dando lugar a un típico "flysch". La foto está tomada en las estribaciones de la Sierra de Cazalla, en una trinchera de la carretera de Guadalcanal a Cazalla.



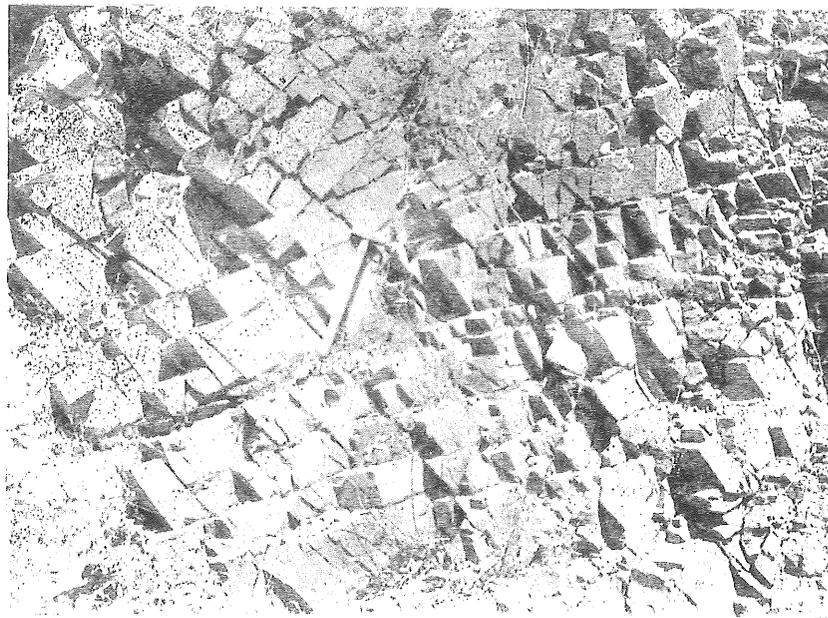
Fot. 1.—Riplemark en las calizas acadienses de la formación "flysch", casi verticales. La foto está tomada en la carretera de Alanís a la estación del ferrocarril, a unos 3 Km. del pueblo.



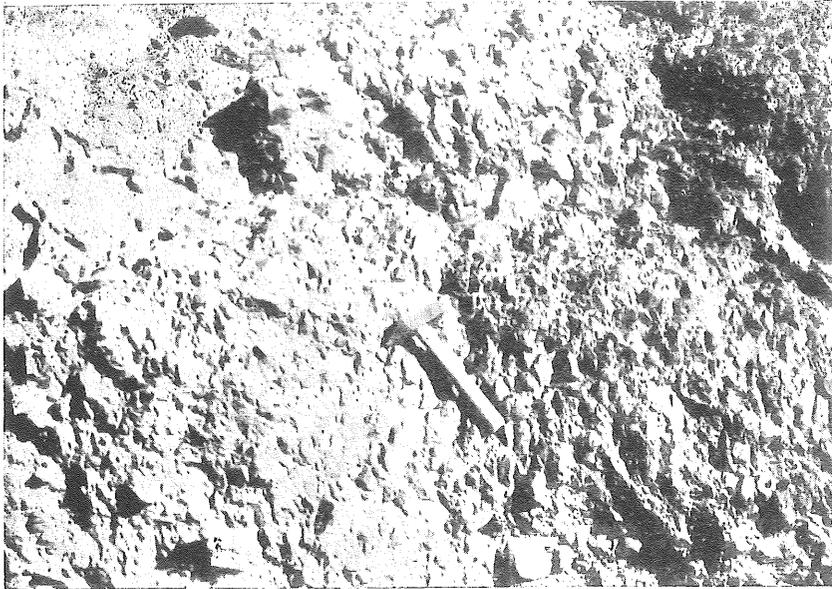
Fot. 2.—Pizarras del Silúrico inferior, en estratificación vertical y fuertemente tectonizadas, al SE. de Malcocinado.



Fot. 2.—Pizarral del Silúrico inferior, transformado en amplia penillanura, en la zona del río de Onza. Obsérvese el avanzado estado de deforestación de toda la región.



Fot. 1.—Disyunción de las pizarras potsdamienses en paralelepípedos, por diaclasas casi perpendiculares a la estratificación.



Fot. 1.—Detalle del conglomerado poligénico de la base del Culm en la cuenca de Valdeinfierno (Córdoba). Obsérvese el carácter anguloso y poco rodado de los materiales.



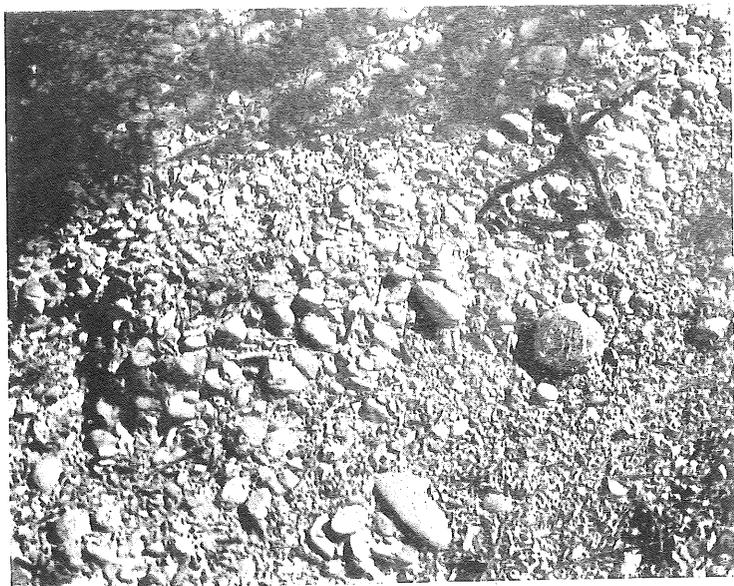
Fot. 2.—Discordancia estratigráfica entre el conglomerado de la base del Culm (a la izquierda), y las pizarras del Silúrico (a la derecha), en el borde septentrional de la cuenca de Valdeinfierno, no lejos del yacimiento de plantas fósiles. Al fondo, instalaciones de la antigua explotación de una capa de carbón, hace tiempo abandonada.



Fot. 1.—Discordancia estratigráfica entre las pizarras del Georgiense, en primer término a la derecha, y el conglomerado de la base del Estefaniense, a la izquierda, en la cuenca de San Nicolás del Puerto, al S. del biohermio allí localizado.



Fot. 2.—Areniscas y pudingas, sensiblemente horizontales, en la cuenca hullera de Urbana, de edad estefaniense.



Fot. 1.—Pudinga de la base del Estefaniense en la cuenca hullera del Cortijo de D. Marcos (cuencas de Quiruela), próxima a las corridas de cuarcitas de la base del Silúrico. Obsérvanse los cantos rodados que forman la pudinga, en su mayor parte de cuarcita silúrica.



Fot. 2.—Pudingas y areniscas, con lechos de pizarras intercalados, en la cuenca hullera de Fontanar, al SE. de Alanís. Obsérvase la estratificación subhorizontal.

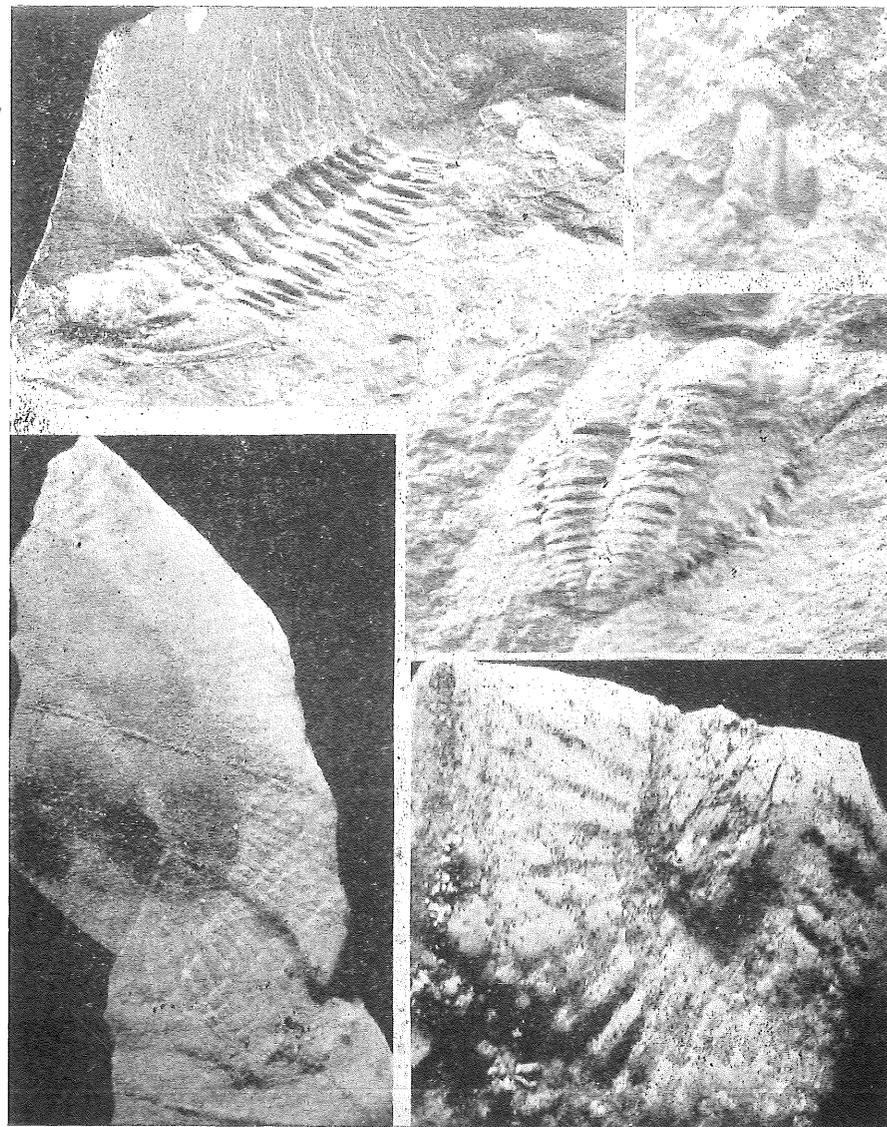


Fig. 1. *Saukianda andalusiae* R. & E. RICHTER. Ejemplar casi completo, sin la región pleural derecha; deformado oblicuamente. Georgiense de Alanís. (Tam. nat.).—Fig. 2. *Strenueva sampelayoi* R. & E. RICHTER. Cranidio incompleto, deformado oblicuamente. Georgiense de Alanís. ($\times 3$).—Fig. 3. *Perrector perrektor* R. & E. RICHTER. Tegumento dorsal casi completo, deformado oblicuamente. Georgiense de Alanís. ($\times 3$).—Fig. 4. *Archaeocyathellus (Archaeofungia) andalusicus* SIMON. Fragmento de una sección oblicua. ($\times 3$). Biohermio de San Nicolás del Puerto. Acadiense inferior.—Fig. 5. *Archaeocyathellus (Protocyathus) cf. eremitae* SIMON. Fragmento de una sección oblicua. ($\times 7$). Biohermio de San Nicolás del Puerto. Acadiense inferior.

LAMINA XII

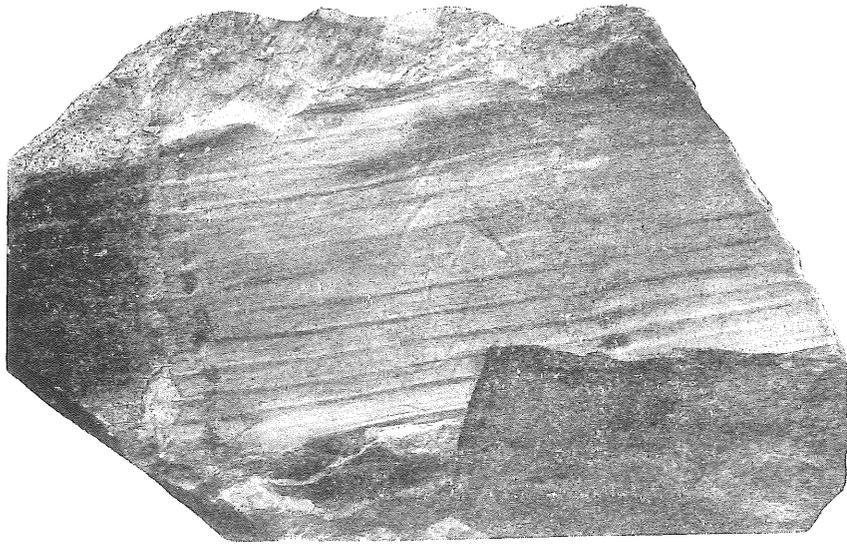


Fig. 1.—*Asterocalamites scrobiculatus* SCHL., fragmento de un tallo. Culm de Valdeinfierno. (Tam. nat.)

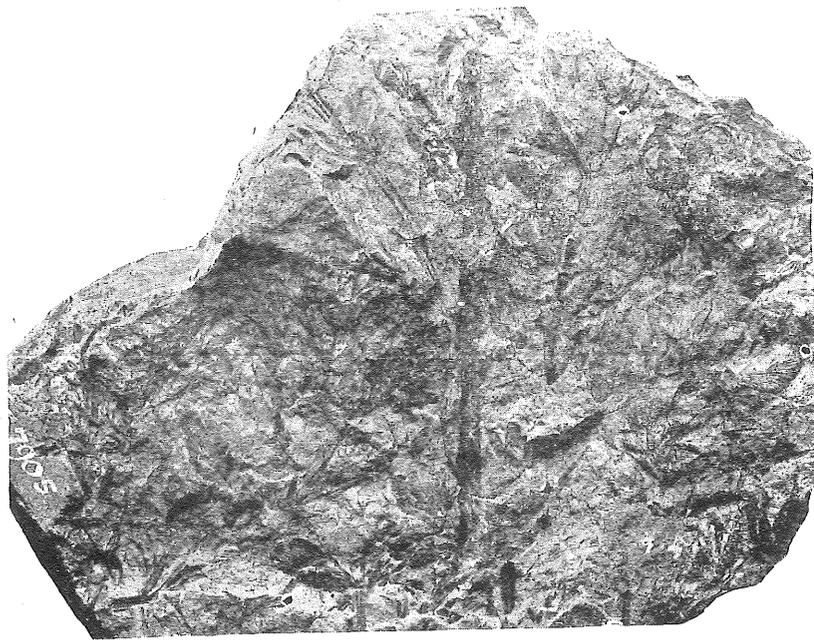


Fig. 2.—*Sphenophyllum saxifragaefolioides* LEYH., numerosos tallos articulados y verticilos de hojas. Culm de Valdeinfierno. (Tam. nat.)

LAMINA XIII



Fig. 1.—*Calathiops* cf. *plauensis* GOTH., fragmento de una fructificación. Culm de Valdeinfierno. (Tam. nat.)

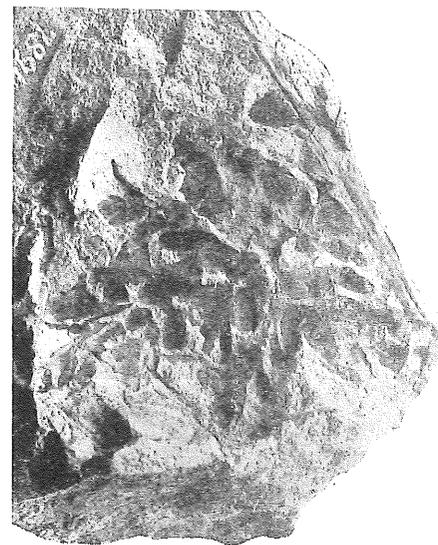


Fig. 2.—*Triphyllopteris* cf. *minor* JONG. & GOTH., fragmento de un fronde. Culm de Valdeinfierno. (Tam. nat.)



Fig. 3.—*Rhodea* cf. *stachei* STUR., fragmento de un fronde. Culm de Valdeinfierno. (Tam. nat.)

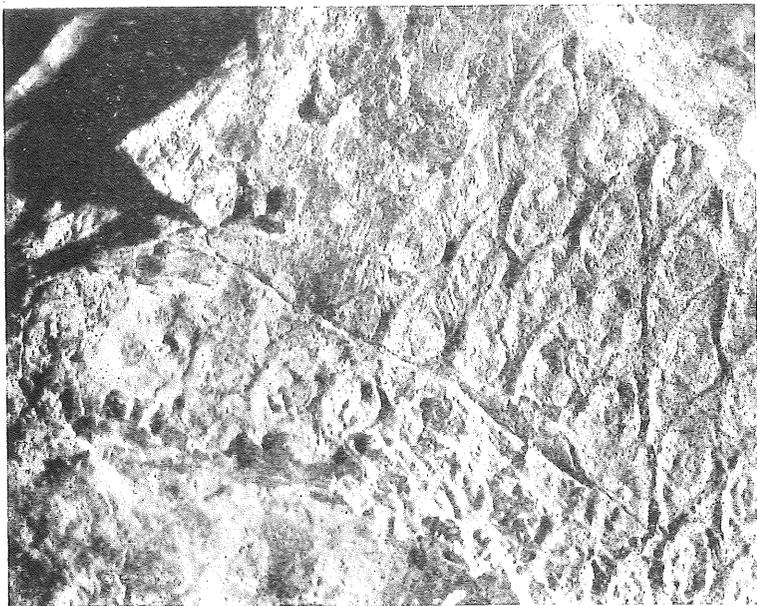


Fig. 1.—*Sigillaria brardi* BGT. Fragmento de tronco con las características cicatrices foliares. Estefaniense, Charco de la Sal (cuenca de Guadalcanal). (× 3).

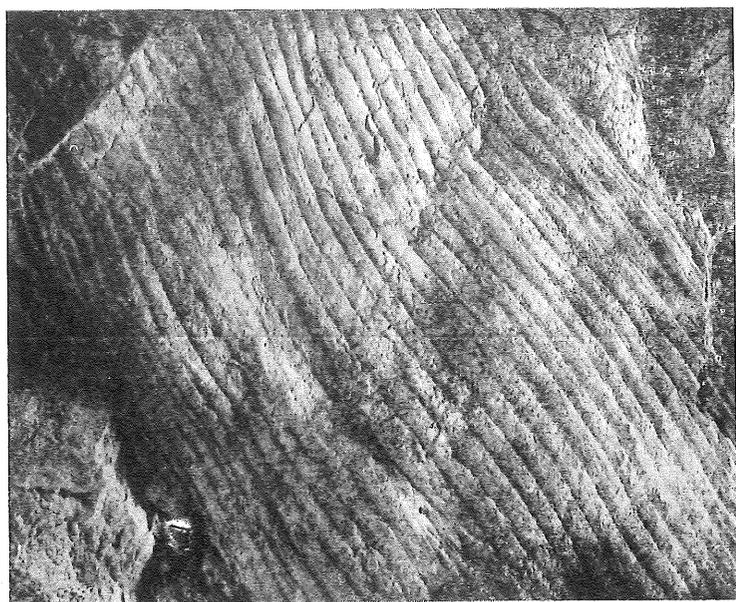


Fig. 2.—*Calamites* cf. *undulatus* STERNB. Fragmento de un tronco. Estefaniense, Cortijo de la Torrecilla (cuenca de Guadalcanal). (× 1,4).

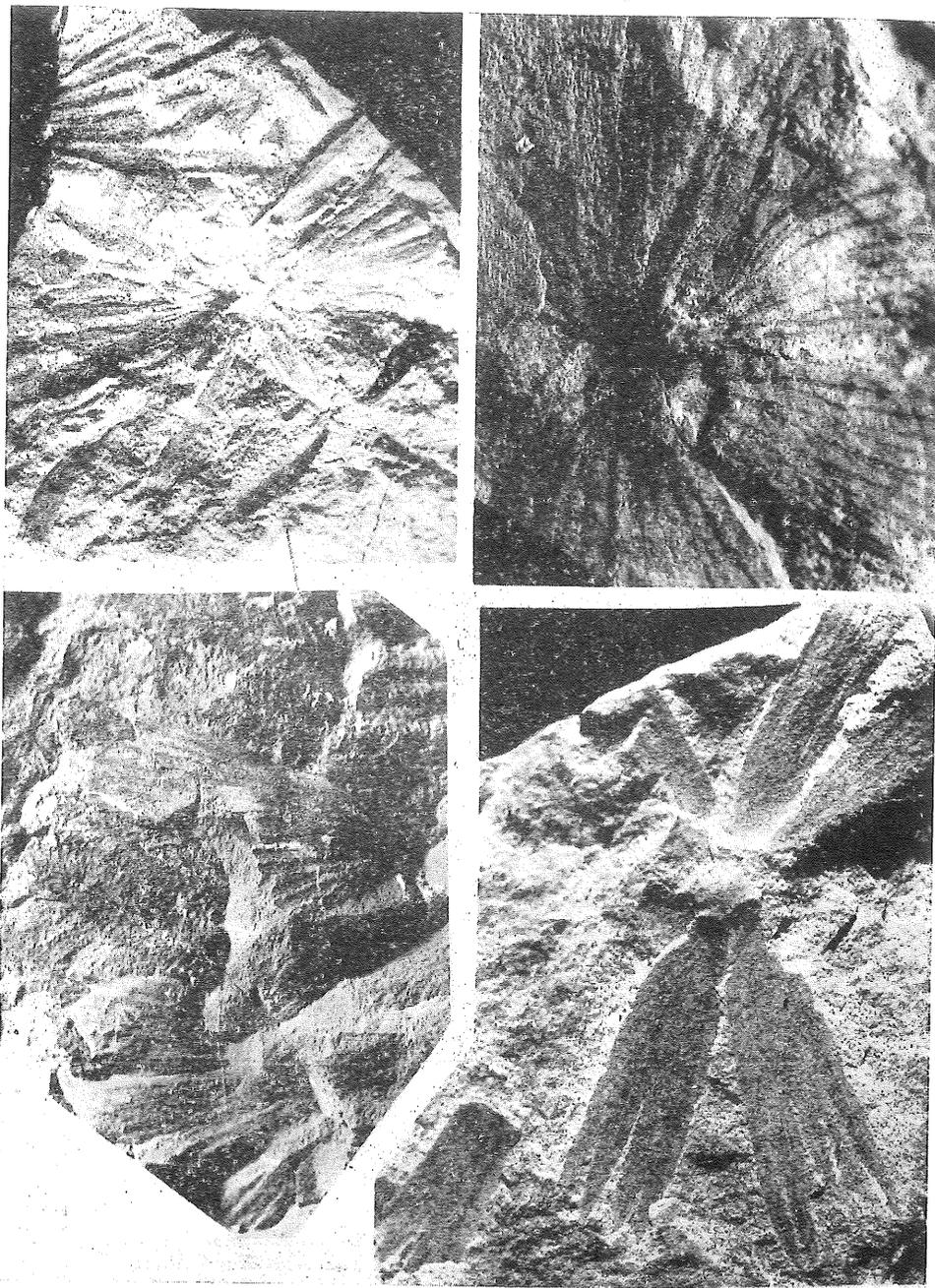


Fig. 1. *Annularia stellata* SCHL. Estefaniense, Charco de la Sal (cuenca de Guadalcanal). (× 4).—Fig. 2. *Sphenophyllum thoni* MAHR. Estefaniense C. Charco de la Sal (cuenca de Guadalcanal). (× 6).—Fig. 3. *Sphenophyllum majus* BRONN. Estefaniense A. Cantera de Ladrillos (cuenca de Guadalcanal). (× 3).—Fig. 4. *Sphenophyllum oblongifolium* GERM. Estefaniense A. Cantera de Ladrillos (cuenca de Guadalcanal). (× 5).

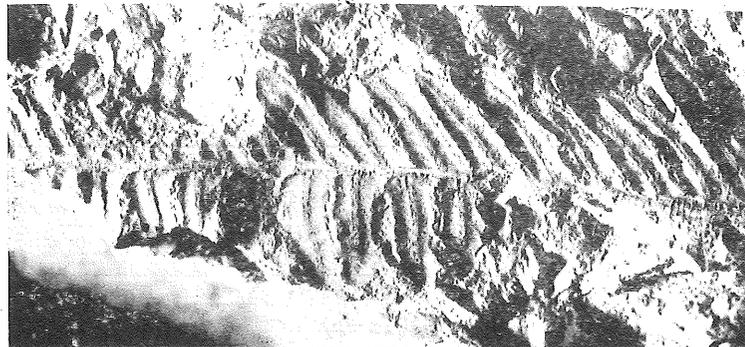
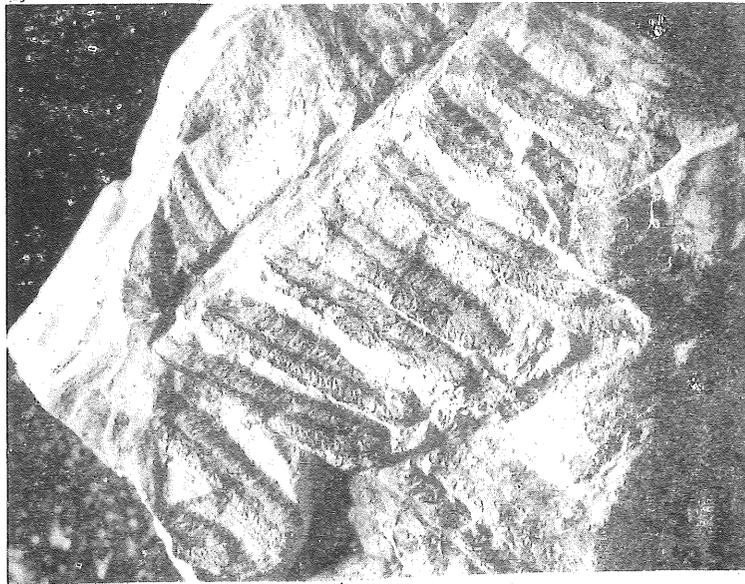
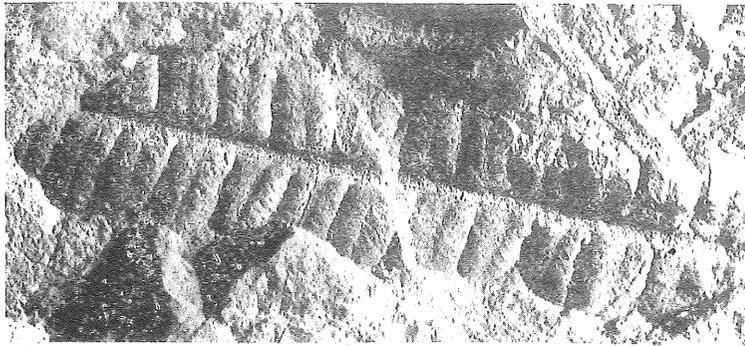


Fig. 1. *Pecopteris arborescens* SCHL. Estefaniense A. Cantera de Ladrillos (cuenca de Guadalcanal). ($\times 3$).—Fig. 2. *Pecopteris platoni* G. E. Estefaniense A. Cantera de Ladrillos (cuenca de Guadalcanal). ($\times 4$).—Fig. 3. *Pecopteris platoni* G. E. Estefaniense. Charco de la Sal (cuenca de Guadalcanal). ($\times 2$).

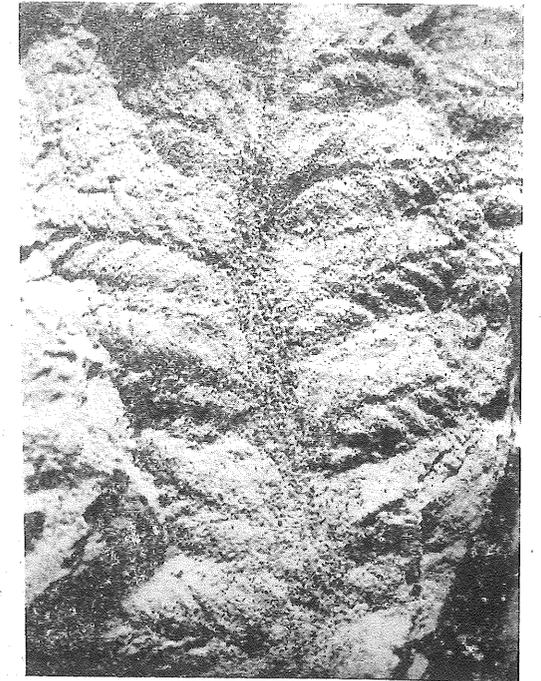
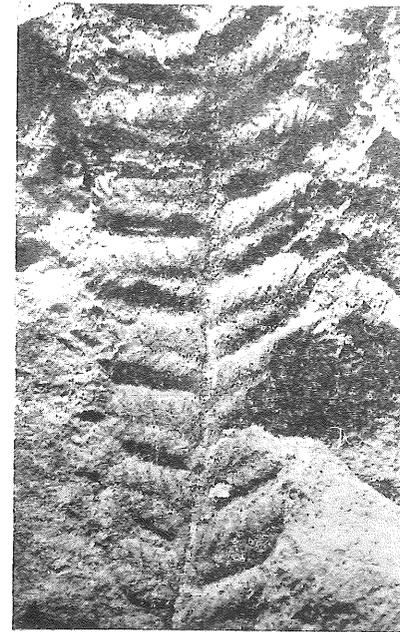
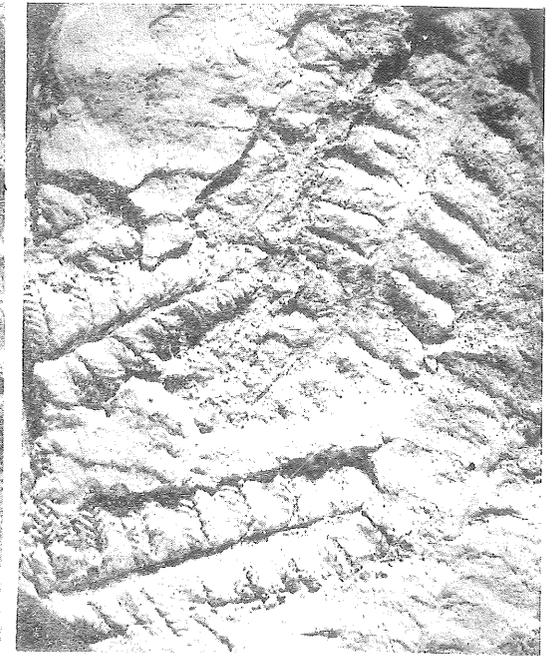
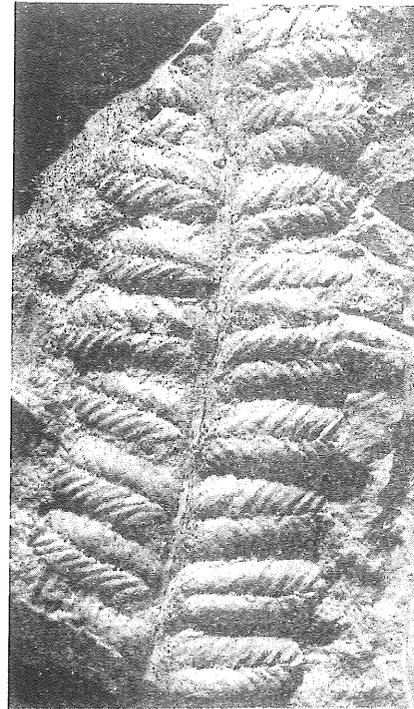


Fig. 1. *Pecopteris paleacea* ZEILLER. Estefaniense A. Cantera de Ladrillos (cuenca de Guadalcanal). ($\times 5$).—Fig. 2. *Pecopteris paleacea* ZEILLER. Estefaniense. Cortijo de La Marina (cuenca de Guadalcanal). ($\times 3$).—Fig. 3. *Pecopteris paleacea* ZEILLER. Estefaniense. Charco de la Sal (cuenca de Guadalcanal). ($\times 4$).—Fig. 4. *Pecopteris* cf. *paleacea* ZEILLER. Estefaniense C. Cuenca de San Nicolás del Puerto. ($\times 6$).

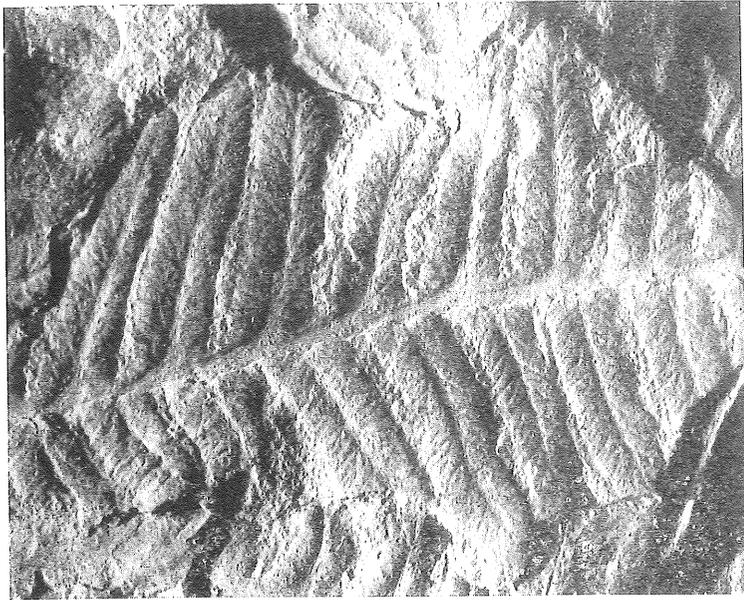


Fig. 1.—*Pecopteris lamuriensis* HEER. Estefaniense A. Cantera de Ladrillos (cuenca de Guadalcanal). ($\times 4$).

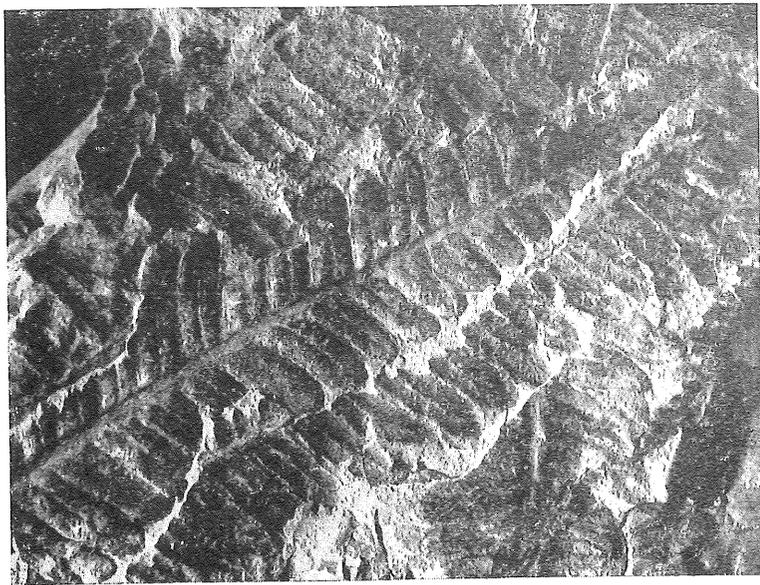


Fig. 2.—*Pecopteris lamuriensis* HEER. Estefaniense. Cortijo de La Marina (cuenca de Guadalcanal). ($\times 2,3$).

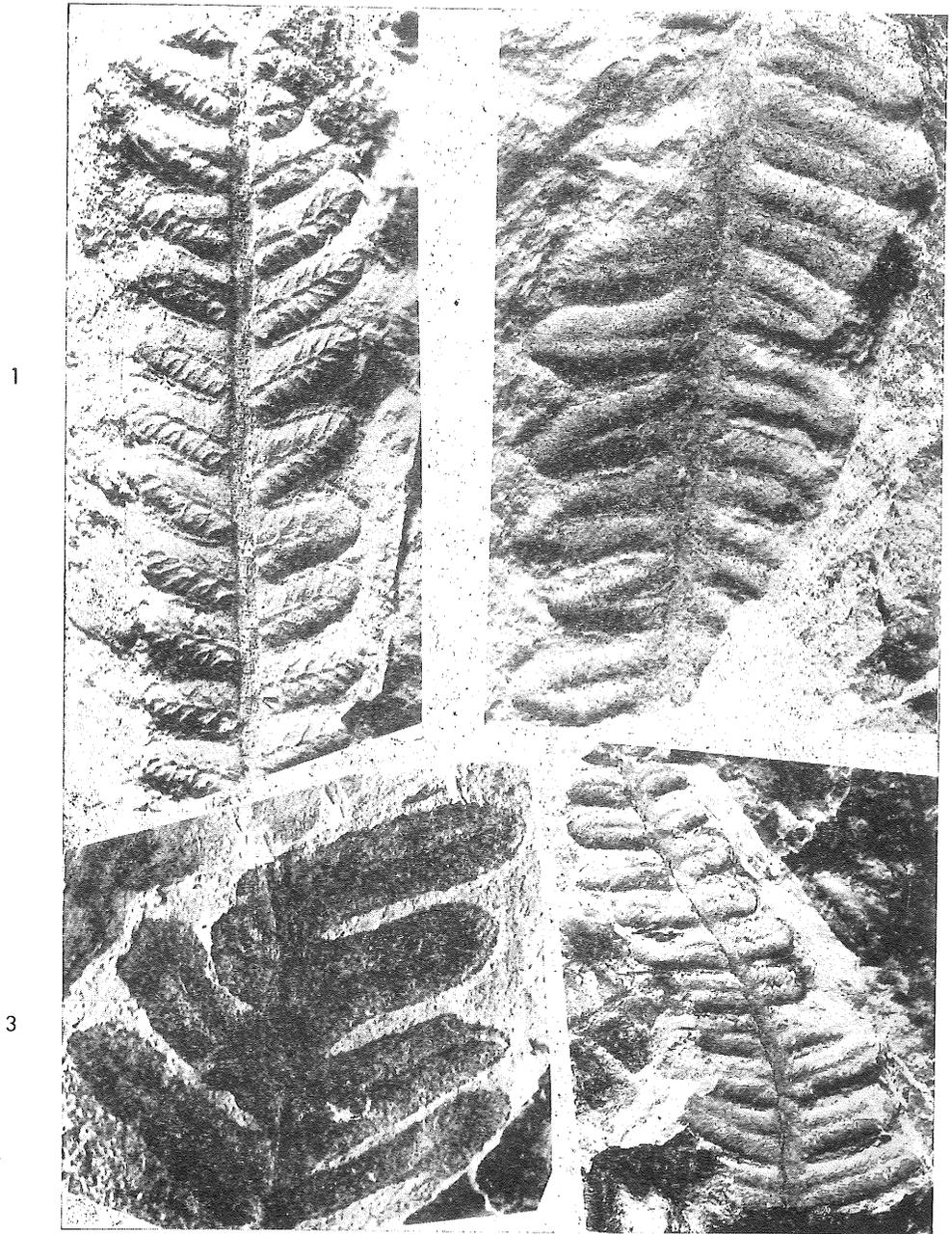


Fig. 1. *Pecopteris cf. lamurensis* HEER. Estefaniense A. Cantera de Ladrillos (cuenca de Guadalcanal). ($\times 3,5$).—Fig. 2. *Pecopteris lamurensis* HEER. Estefaniense. Charco de la Sal (cuenca de Guadalcanal). ($\times 4,5$).—Fig. 3. *Pecopteris cf. lamurensis* HEER. Estefaniense. Cuenca de Quiruela. ($\times 6$).—Fig. 4. *Pecopteris lamurensis* HEER. Estefaniense A. Cantera de Ladrillos (cuenca de Guadalcanal). ($\times 4$).

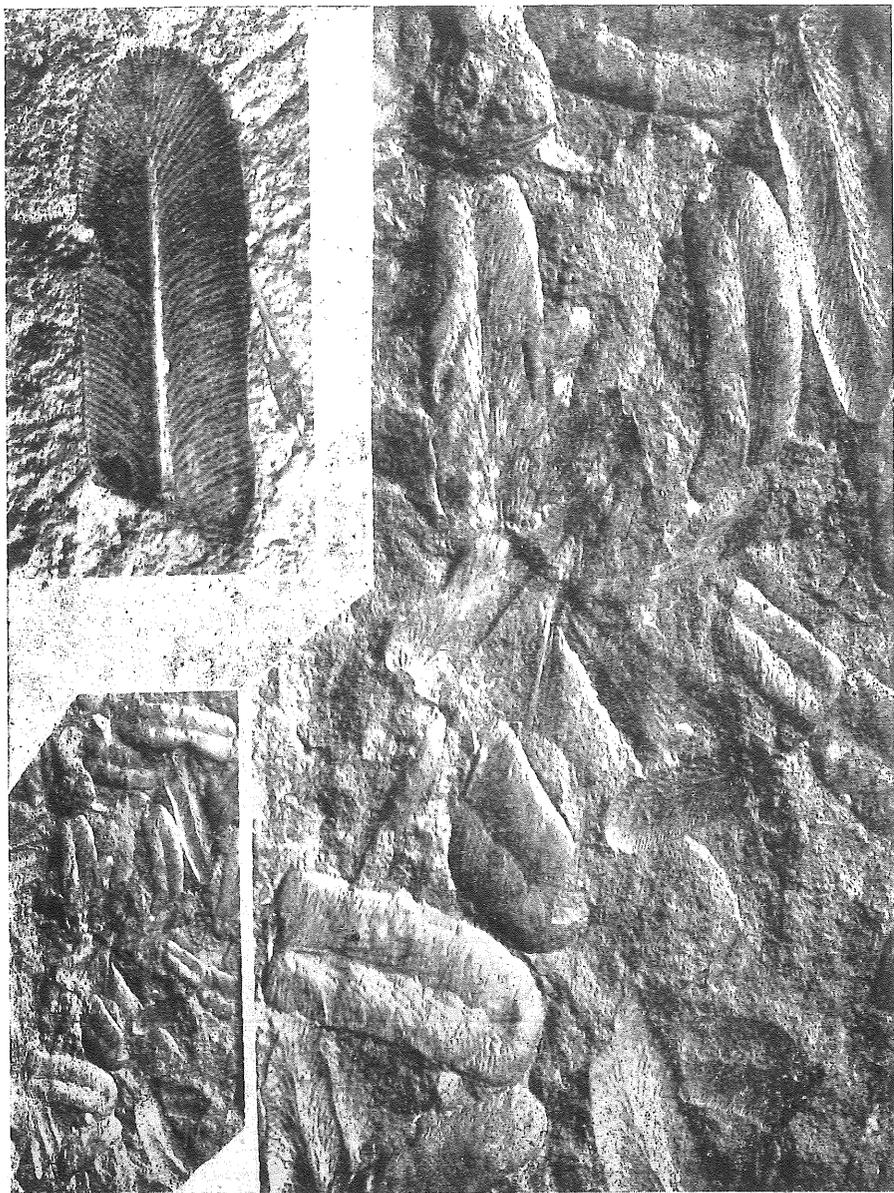
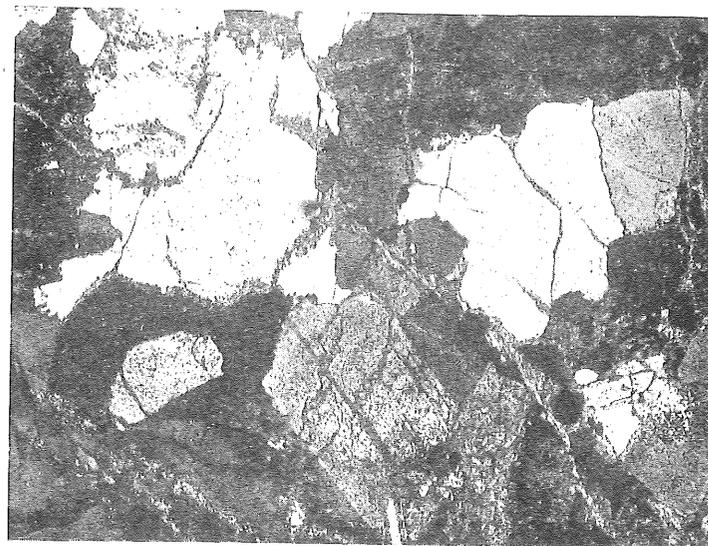
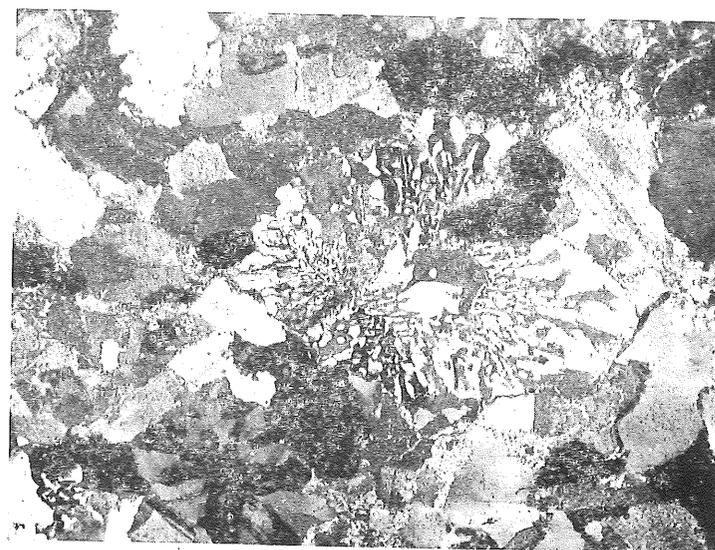


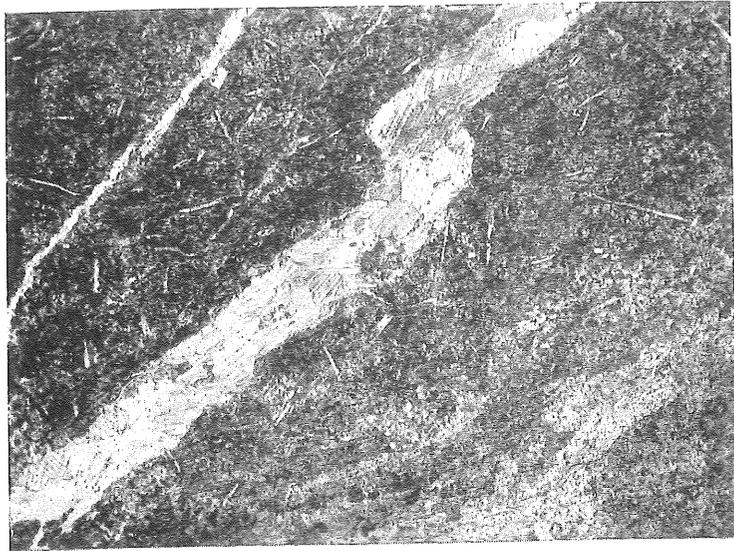
Fig. 1. *Neuropteris* cf. *planchardi* ZEILLER. Pínula suelta. Estefaniense C. Cuenca de Urbana. ($\times 3$).—Figs. 2 y 3. *Linopteris obliqua* BUNB. Pínulas sueltas, con la nerviación característica reticulada. Estefaniense A. Cuenca del Gallego (Alanís). (Fig. 2, tam. nat.; fig. 3, $\times 3$).



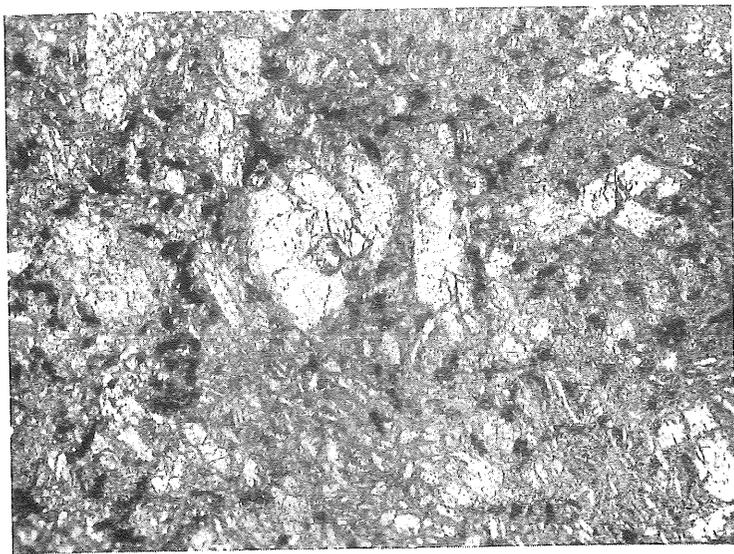
Microfotografía n.º 1.—*Granito clorítico cataclástico*, con grandes cristales de cuarzo y plagioclasas, y laminillas de biotita cloritizada. Plutón granítico de la ermita de Guaditoca. (Nícoles cruzados. $\times 50$).



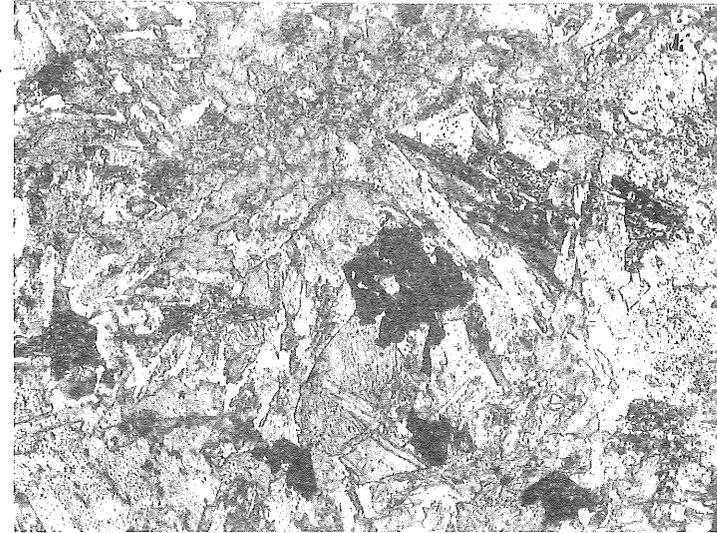
Microfotografía n.º 2.—*Aplita granítica (granulita)*, formada por pequeños cristales de cuarzo y plagioclasas, con laminillas de biotita, moscovita, clorita y sericita. Cerro de la Bomba, al S. de la ermita de Guaditoca. (Nícoles cruzados. $\times 50$).



Microfotografía n.º 3.—*Meláfido plagioclásico*, de estructura microlítico-fluidal, con piroxenos transformados en calcita y clorita, que rellenan la grieta central, y pequeños cristales de plagioclasas básicas y augita como elementos esenciales. Cortijo de Los Morenos, entre Alanís y Malcocinado. (Nícoles cruzados. $\times 10$).



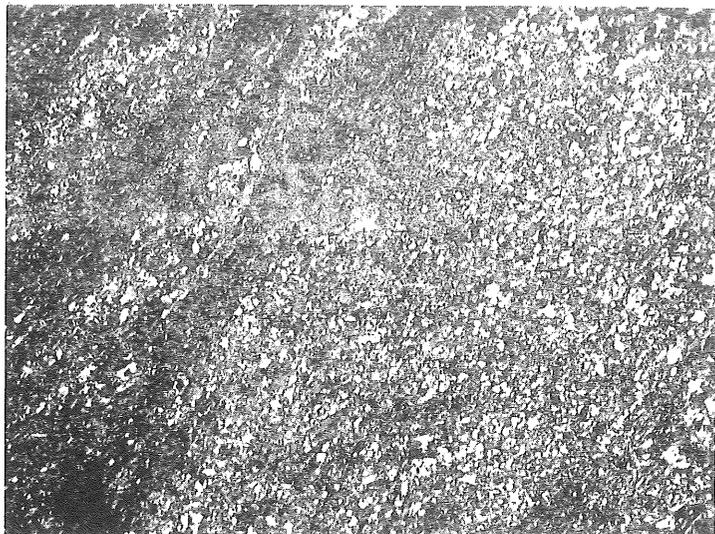
Microfotografía n.º 4.—*Porfirita andesítica*, de estructura traquitoidea, con grandes cristales y microlitos de plagioclasa, junto a pequeños cristales de magnetita e ilmenita limonitizados. Carretera de Alanís a Malcocinado; unos 3 Km. antes de este pueblo. (Nícoles cruzados. $\times 20$).



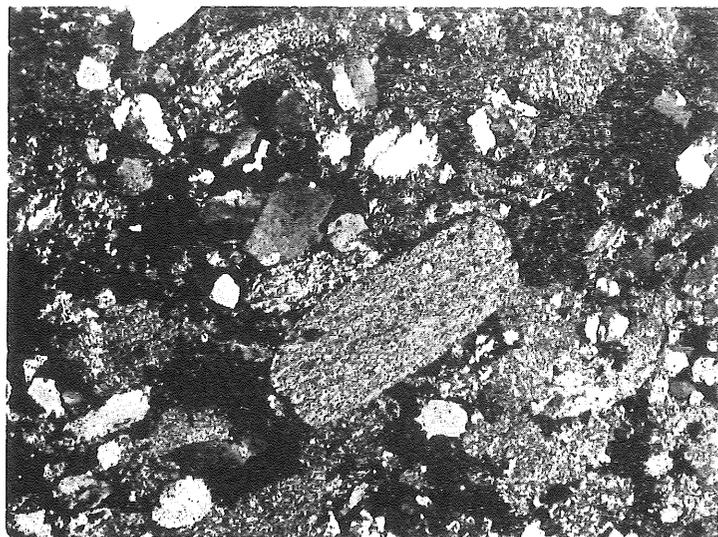
Microfotografía n.º 5.—*Diabasa* de grano medio, con cristales alargados y entrecruzados de plagioclasas (labrador y andesita) en maclas polisintéticas, y grandes placas de dialaga alterada. Carretera de Malcocinado, en el cruce con el arroyo de los Galápagos. (Nícoles cruzados. $\times 30$).



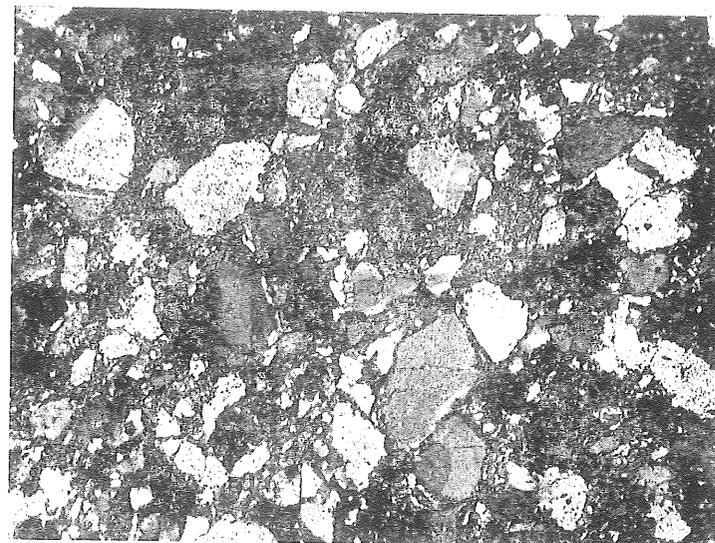
Microfotografía n.º 6.—*Andesita* con grandes cristales de plagioclasa en maclas polisintéticas, empastados por pequeños cristales y microlitos de plagioclasa, clorita, magnetita, etc. Proximidades de La Cruz, en el camino de Guadalcanal al Encinar. (Nícoles cruzados. $\times 30$).



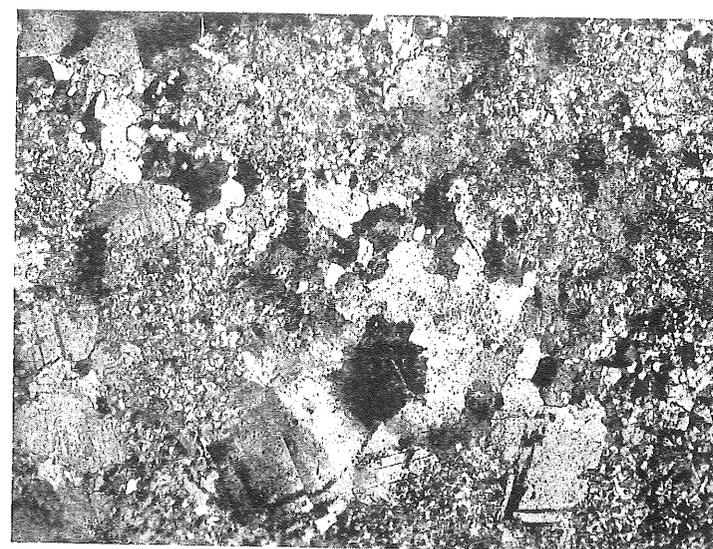
Microfotografía n.º 7.—*Miacita* formada por granos de cuarzo, biotita y clorita, con textura pórfido-granolepidoblástica. Estructura pizarrosa, orientada diagonalmente en la fotografía. Zona anticlinal del Georgiense, en el cruce de la carretera de Guadalcanal a Cazalla de la Sierra con el río Benalija. (Nícoles cruzados. $\times 20$).



Microfotografía n.º 8.—*Grauwaca* carbonífera, de grano grueso y textura grano-lepidoblástica heterogranular, con fragmentos de cuarzo subangulosos y fragmentos rodados de cuarcitas y micacitas. Estefaniense del Cortijo de La Torrecilla (cuenca de Guadalcanal). (Nícoles cruzados. $\times 35$).



Microfotografía n.º 9.—*Arcosa* carbonífera de grano medio, heterogranular, con granos de cuarzo y feldespato (ortoclasas) en parte sericitizados, cementados por un pasta microlítica de sílice y cloritas. Cuenca estefaniense de Benalija, al S. de Alanís. (Nícoles cruzados. $\times 10$).



Microfotografía n.º 10.—*Caliza biohermal*, formada por grandes placas de espato calizo, originadas por epigénesis de los restos de *Arqueo-ciátidos*, y una matriz constituida por pequeños cristales de calcita. Biohermio de La Dehesa, al N. de San Nicolás del Puerto. (Nícoles cruzados. $\times 10$).